

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

| Тема работы   |
|---|
| <b>Гидрогеохимические условия Печищенского рудного узла на поисковой стадии (Красноярский край)</b> |

УДК 556.314.6(571.51)

Студент

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2BM92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность                       | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор<br>отделения геологии | Дутова Екатерина<br>Матвеевна | д. г.-м.н.,<br>профессор  |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность              | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент<br>ОСГН<br>ШБИП | Рыжакина Татьяна<br>Гавриловна | к.э.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Пашков Евгений<br>Николаевич | к.т.н                     |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Чистая вода      | Пасечник Елена<br>Юрьевна | к.г.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 2ВМ92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |

Тема работы:

Гидрогеохимические условия Печищенского рудного узла на поисковой стадии  
(Красноярский край)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 24.12.2020 №359-39/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2021

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объект исследования – подземные воды Печищенской лицензионной площади, расположенной в Шарыповском районе Красноярского края.

В работе использовались фондовые материалы по геологическому изучению данной территории, материалы результатов полевых исследований, космические снимки миссии SRTM. Топографические и гидрогеологические карты района.

|   |  |
|---|--|
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> | 1. Общие сведения и характеристика об объекте геологического изучения<br>2. Гидрогеологические условия площади работ<br>3. Методика и результаты изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий<br>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение<br>5. Социальная ответственность<br>6. Раздел на иностранном языке |
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>   | 1. Геологическая карта Печищенской площади;<br>2. Гидрогеологическая карта Печищенской площади;<br>3. Схема дешифрирования космического снимка (составлена исполнителем ВКР);<br>4. Карта-схема гидроизогипс Печищенской площади (составлена исполнителем ВКР);<br>5. Схематическая карта речной сети (составлена исполнителем ВКР);               |

#### Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

*(с указанием разделов)*

| Раздел  | Консультант                 |
|---|-----------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Рыжакина Татьяна Гавриловна |
| Социальная ответственность                                      | Пашков Евгений Николаевич   |
| Иностранный язык  | Утятина Янина Викторовна    |

#### Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Обзор аутентичной литературы по теме исследования

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 24.12.2020 |
|--|------------|

#### Задание выдал руководитель:

| Должность                    | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор отделения геологии | Дутова Екатерина Матвеевна | д. г.-м.н., профессор  |         |      |

#### Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ВМ92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |         |      |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение геологии  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2021 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)                          | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 01-02.2021    | Сбор и обработка исходных материалов   |                                    |
| 01-03.2021    | Общие сведения и характеристика об объекте геологического изучения             |                                    |
| 02-04.2021    | Гидрогеологические условия площади работ                                       |                                    |
| 05.2021       | Методика и результаты изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий |                                    |
| 05.2021       | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                |                                    |
| 04.2021       | Социальная ответственность   |                                    |
| 05.2021       | Раздел на иностранном языке  | ...                                |

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

| Должность                    | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор отделения геологии | Дутова Екатерина Матвеевна | Д. Г.-М.Н., профессор  |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

| Должность | ФИО                    | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОГ | Пасечник Елена Юрьевна | К.Г.-М.Н., доцент      |         |      |

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции                             | Наименование компетенции   |
|---|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>            |  |
| УК(У)-1                                     | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий   |
| УК(У)-2                                     | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  |
| УК(У)-3                                     | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели   |
| УК(У)-4                                     | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия   |
| УК(У)-5                                     | Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия   |
| УК(У)-6                                     | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>     |  |
| ОПК(У)-1                                    | способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия   |
| ОПК(У)-2                                    | способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности                                |
| ОПК(У)-3                                    | готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования  |
| ОПК(У)-4                                    | способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов |
| ОПК(У)-5                                    | способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства  |
| ОПК(У)-6                                    | способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию  |
| ОПК(У)-7                                    | способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>         |  |
| <b>Проектно-изыскательская деятельность</b> |  |
| ПК(У)-1                                     | способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов   |
| ПК(У)-2                                     | способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования   |
| ПК(У)-3                                     | способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам  |

| <b>Научно-исследовательская деятельность</b>     |  |
|--|--|
| ПК(У)-6  | способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности |
| ПК(У)-7  | способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов                            |
| ПК(У)-8  | способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности   |
| ПК(У)-9  | способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования  |
| <b>Профессиональные компетенции университета</b> |  |
| ДПК(У)-1   | способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки   |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2BM92  | Шеходанов Вячеславу Олеговичу |

| Школа               | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ)           | Отделение геологии                                |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|---|
| Уровень образования | Магистратура                        | Направление/специальность | 20.04.02<br>Природообустройство и водопользование |

| Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:  |  |
|---|--|
| Гидрогеологические и гидрогеохимические условия Печищенской площади   | Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах            |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:  |  |
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения   | Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта  |
| 2. Планирование и формирование бюджета разработки   | Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования                                      |
| 3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки  | Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения |
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):   |  |
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений<br>2. Матрица SWOT<br>3. График проведения и бюджет проекта<br>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки |  |

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 31.01.2021 |
|--|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность        | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Рыжакина Татьяна Гавриловна | к.э.н.                 |         | 31.01.2021 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата       |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 2BM92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |         | 31.01.2021 |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2BM92  | Шеходанов Вячеславу Олеговичу |

|                     |                                     |                           |   |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|---|
| Школа               | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ)           | Отделение геологии                                |
| Уровень образования | Магистратура                        | Направление/специальность | 20.04.02<br>Природообустройство и водопользование |

Тема ВКР:

|   |   |
|---|---|
| Гидрогеохимические условия Печищенского рудного узла на поисковой стадии (Красноярский край)  |   |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>  |   |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения  | <p>Объект исследования – подземные воды Печищенской лицензионной площади, расположенной в Шарыповском районе Красноярского края.</p> <p>Камеральные работы по обработке результатов исследований осуществляются с помощью ПК.</p> <p>Область применения – камеральный этап сбора и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследований.</p>   |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:  |   |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul> | 1. ГОСТ 12.2.032-78<br>2. СП 52.13330.2016<br>3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ<br>4. ТК РФ<br>5. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ<br>6. СанПиН 2.2.4.548-96<br>7. ГОСТ 21889-76  |
| <b>2. Производственная безопасность:</b><br>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов<br>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия   | <p>При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные факторы производственной среды, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>- отклонения показателей микроклимата;</li> <li>- монотонный режим работы;</li> <li>- психофизиологические факторы:</li> <li>- электромагнитные излучения;</li> <li>- нервно-психические перегрузки;</li> </ul> <p>И опасные, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поражение электрическим током;</li> </ul> |



|  |  |
|--|--|
|  | - возникновение пожаров.   |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>            | <p>При выполнении камеральных работ воздействие на атмосферу и гидросферу отсутствует.</p> <p>Воздействие на литосферу происходит при отсутствии утилизации ПК.</p> <p>Воздействие проектируемого решения (создание водозабора питьевых вод):</p> <p>Для атмосферы – минимальное воздействие в виде выбросов выхлопных газов при строительстве водозабора.</p> <p>Для гидросферы и литосферы – возможное воздействие в виде аварийных разливов нефтепродуктов в процессе строительства водозабора.</p>   |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> | <p>Возможной чрезвычайной ситуацией при выполнении камеральных работ является возникновение пожара.</p> <p>Возможные чрезвычайные ситуации при разработке и эксплуатации проектируемого решения (создание водозабора питьевых вод):</p> <p>Техногенные (при разработке): взрывы и пожары при возможных разливах нефтепродуктов.</p> <p>Природные (эксплуатация): природные пожары.</p> <p>Социальные (эксплуатация): террористические акты по выведению из строя водозабора.</p> <p>Экологические (эксплуатация): истощение запасов подземных вод при не правильной эксплуатации водозабора.</p> |

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 18.02.2021 |
|--|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                       | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|---------------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Пашков Евгений Николаевич | К.Т.Н                  |         | 18.02.2021 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата       |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 2ВМ92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |         | 18.02.2021 |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 136 с., 23 рис., 35 табл., 52 источника, 4 прил.

Ключевые слова: Печищенская площадь, поверхность подземных вод, макро- и микрокомпоненты в подземных водах, оптимальный источник водоснабжения

Объектом исследования являются подземные воды Печищенской лицензионной площади, расположенной в Шарыповском районе Красноярского края

Цель работы – Установить гидрогеологические условия Печищенского рудного узла для целей гидрогеохимических поисков, получения первичной гидрогеологической информации для описания гидрогеологической структуры месторождения, а также поиска оптимального источника питьевого водоснабжения.

В процессе исследования проводились комплекс полевых (гидрогеологические маршруты, опробование родников, рек и скважин, опытно-фильтрационные работы на гидрогеологических скважинах) и камеральных работ.

В результате исследования получены и проанализированы характеристики химического состава подземных вод различных гидрогеологических подразделений, оценены фильтрационные параметры, построена пьезометрическая поверхность на участок детальных работ.

Область применения: камеральный этап сбора и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследований.

В будущем планируется расширение полученных гидродинамических данных с помощью методов построения базисных поверхностей, увеличение данных по химическому составу при опробовании новых водопунктов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ ОБЪЕКТЕ<br/>ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ .....</b>   | <b>16</b> |
| 1.1. Информация об объекте геологического изучения .....  | 16        |
| 1.2. Административное и географическое положение района .....   | 16        |
| 1.3. Климатические условия района .....   | 16        |
| 1.4. Орогидрография .....   | 18        |
| 1.5. Растительный и животный мир .....  | 19        |
| 1.6. Инфраструктурная характеристика территории .....   | 20        |
| 1.7. Ландшафтно-геохимические условия проведения работ .....  | 20        |
| 1.8. Данные об обеспеченности объекта работ топокартами, космическими<br>снимками .....   | 22        |
| 1.9. Сведения о геологической, геофизической, гидрогеологической,<br>инженерно-геологической, экологической изученности объекта ..... | 23        |
| 1.9.1. Геологическая изученность .....  | 23        |
| 1.9.2. Геофизическая изученность .....  | 25        |
| 1.9.3. Геохимическая изученность .....  | 26        |
| 1.9.4. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность ....  | 27        |
| 1.10. Геологическое строение района работ .....   | 30        |
| 1.10.1. Стратиграфия .....  | 30        |
| 1.10.2. Интрузивные образования .....   | 34        |
| 1.10.3. Тектоника .....   | 35        |
| <b>2 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДИ РАБОТ .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>3 МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ<br/>ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ<br/>ПЕЧИЩЕНСКОГО РУДНОГО УЗЛА .....</b>       | <b>45</b> |
| 3.1. Сбор и анализ фондовой информации .....  | 45        |
| 3.2. Предварительное дешифрирование космоснимков .....  | 45        |
| 3.3. Гидрогеологические маршруты .....  | 46        |
| 3.4. Проведение и обработка результатов опытно-фильтрационных работ..<br>.....  | 52        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.4.1.   | Опытно-фильтрационные работы .....  | 52        |
| 3.4.2.   | Анализ графиков временного прослеживания по скважинам .....   | 53        |
| 3.5.     | Карта-схема гидроизогипс Печищенской площади .....  | 55        |
| 3.6.     | Результаты гидрогеохимического опробования .....  | 58        |
| 3.7.     | Цифровая модель рельефа .....   | 62        |
| 3.8.     | Построение базисных поверхностей .....  | 67        |
| <b>4</b> | <b>ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ<br/>И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>                    | <b>69</b> |
| 4.1.     | Предпроектный анализ .....  | 69        |
| 4.1.1.   | Потенциальные потребители результатов исследования .....  | 69        |
| 4.1.2.   | Анализ конкурентных технических решений с позиции<br>ресурсоэффективности и ресурсосбережения ..... | 71        |
| 4.1.3.   | SWOT-анализ .....   | 73        |
| 4.1.4.   | Оценка готовности проекта к коммерциализации .....  | 75        |
| 4.1.5.   | Методы коммерциализации результатов научно-технического<br>исследования .....                       | 77        |
| 4.2.     | Инициация проекта .....   | 77        |
| 4.2.1.   | Цели и задачи исследования .....  | 77        |
| 4.2.2.   | Структура работ в рамках научного исследования .....  | 79        |
| 4.2.3.   | Ограничения и допущения проекта .....   | 79        |
| 4.3.     | Планирование управления научно-техническим проектом .....   | 80        |
| 4.3.1.   | Иерархическая структура работ проекта .....   | 80        |
| 4.3.2.   | План проекта .....  | 81        |
| 4.4.     | Бюджет исследования .....   | 81        |
| 4.4.1.   | Материальные затраты .....  | 82        |
| 4.4.2.   | Основная заработная плата .....   | 83        |
| 4.4.3.   | Дополнительная заработная плата научного персонала .....  | 85        |
| 4.4.4.   | Отчисления на социальные нужды .....  | 85        |
| 4.4.5.   | Накладные расходы .....   | 86        |
| 4.4.6.   | Формирование бюджета затрат научно-исследовательского<br>проекта .....                              | 86        |
| 4.4.7.   | План управления коммуникациями проекта .....  | 87        |
| 4.4.8.   | Реестр рисков проекта .....   | 87        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....            | 88         |
| 4.5.1. Оценка абсолютной эффективности исследования .....  | 88         |
| 4.5.2. Чистая текущая стоимость (NPV) .....  | 88         |
| 4.5.3. Индекс доходности (PI) .....  | 90         |
| 4.5.4. Внутренняя ставка доходности (IRR) .....  | 90         |
| 4.5.5. Дисконтированный срок окупаемости .....   | 92         |
| 4.5.6. Оценка сравнительной эффективности исследования.....  | 93         |
| <b>Заключение по разделу .....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>   | <b>97</b>  |
| Введение .....   | 97         |
| 5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...   | 97         |
| 5.2. Производственная безопасность .....   | 99         |
| 5.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....                                   | 100        |
| 5.3.1. Недостаточная освещенность рабочего места .....   | 100        |
| 5.3.2. Отклонение показателей микроклимата.....  | 105        |
| 5.3.3. Нервно-психические перегрузки.....  | 107        |
| 5.3.4. Поражение электрическим током .....   | 107        |
| 5.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работника водозабора подземных вод... | 108        |
| 5.5. Экологическая безопасность .....  | 109        |
| 5.5.1. Камеральные работы (этап разработки) .....  | 109        |
| 5.5.2. Строительство и эксплуатация проектного решения (водозабор подземных вод) .....   | 109        |
| 5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....  | 110        |
| 5.7. Выводы по разделу .....   | 113        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>   | <b>114</b> |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>   | <b>116</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>   | <b>121</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>   | <b>133</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.....</b>   | <b>133</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>  | <b>133</b> |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Печищенская площадь расположена в Шарыповском районе Красноярского края на границе с республикой Хакассией с абсолютными отметками высот от 410 до 760 м. Актуальность выбора данного объекта исследования, связанна с тем, что площадь изучения с давних времен привлекала внимание наличием оруденения благородными металлами [37, 43].

Проведение гидрогеологического изучения обусловлено как внедрением гидрогеохимических методов в практику разведочных работ, которые способствует повышению их эффективности [30], также необходимостью поиска источника питьевого водоснабжения на следующих этапах разведки и при будущей возможной эксплуатации. Также важным является изучение гидрогеологических условий участка на всех стадиях работ с целью получения основы для будущего расчета водопритоков в карьер.

Объектом исследования выступают подземные воды Печищенской площади, расположенной в Шарыповском районе Красноярского края.

Целью данного исследования является установить гидрогеологические условия Печищенского рудного узла для целей гидрогеохимических поисков, получения первичной гидрогеологической информации для описания гидрогеологической структуры месторождения, а также поиска оптимального источника питьевого водоснабжения.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

- Дать характеристику гидрогеологических условий территории;
- Провести комплекс полевых исследований: бурение скважин с проведением опытно-фильтрационных работ; гидрогеологические маршруты с опробованием поверхностных и подземных вод;
- Построить карту-схему гидроизогипс;
- Охарактеризовать химический состав подземных вод.

Методика исполнения данного исследования отличается новизной, а именно совмещением классического подхода обработки гидрогеологической информации и элементов математического моделирования ПО ArcGIS.

# **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ ОБЪЕКТЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ**

## **1.1. Информация об объекте геологического изучения**

Печищенская площадь расположена в Шарыповском районе Красноярского края на границе с республикой Хакассией с абсолютными отметками высот от 410 до 760 м.

Площадь работ находится в юго-восточной части листа N-45-35.

Границы работ определены контуром геологического отвода, прилагаемого к лицензии на право геологического изучения. Общая площадь геологического изучения 79,35 км<sup>2</sup>.

## **1.2. Административное и географическое положение района**

Административно площадь проектируемых работ относится к Шарыповскому району Красноярского края, расположена в бассейне р. Верхнее Печище, левого притока р. Печище. Шарыповский район расположен на юго-западе центральной части Красноярского края, на северо-западе граничит с Кемеровской областью, на юго-западе – с Республикой Хакасия, к востоку от площади работ - Ужурский район края [32].

Ближайшие населенные пункты – сс. Малое Озеро и Большое Озеро Парнинского сельского совета находятся на расстоянии соответственно в 4,0 и 13,0 км от площади работ (рисунки 1.1 и 1.2).

## **1.3. Климатические условия района**

Климат района резко континентальный, с умеренно теплым коротким (3-4 месяца) летом и холодной, снежной продолжительной зимой. Первый снег выпадает в конце сентября. Глубина снежного покрова достигает 2-2,5 м. Таяние снега начинается в апреле и заканчивается в конце мая. Весна холодная, часто затяжная, в первой половине мая обычны осадки в виде мокрого снега. Осень затяжная, иногда с большим количеством ясных солнечных дней. Среднегодовая температура воздуха до минус 1,4°C.



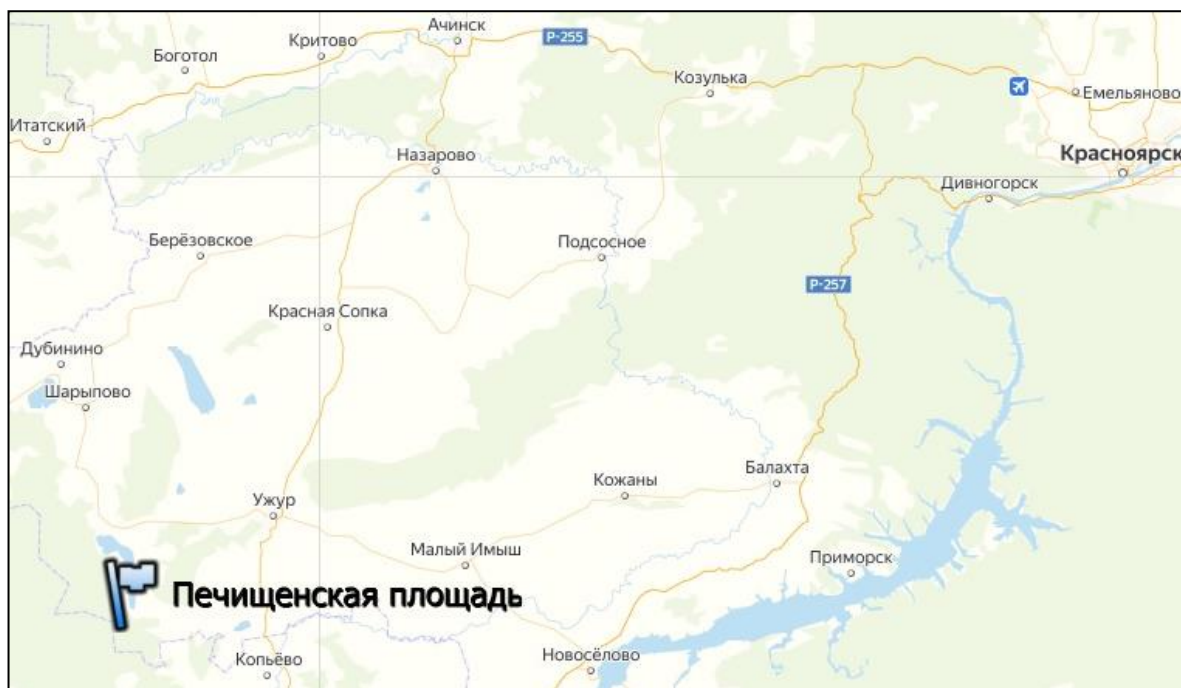


Рисунок 1.1 – Обзорная схема расположения Печищенской площади

Среднемесячная температура по данным Шарыповской метеостанции составляет в январе минус 16 - 18 градусов, в июле – плюс 16-18 градусов. Ветровой режим характеризуется преобладанием западных, юго-западных и южных ветров, реже отмечаются северные и восточные ветры. Суммы осадков за многолетний период колеблются в широких пределах как по годам, так и по месяцам. Годовые суммы осадков изменяются от 321 до 597 мм, составляя в среднем 436 мм (таблица 1.1) [32].

Таблица 1.1 – Годовой ход средних месячных значений метеорологических показателей

| Месяц    | Температура воздуха, °С |              |             | Влажность<br>средняя, гПа | Осадки,<br>мм | Скорость<br>ветра, м/с |
|----------|-------------------------|--------------|-------------|---------------------------|---------------|------------------------|
|          | средняя                 | максимальная | минимальная |                           |               |                        |
| Январь   | -16,0                   | -10,7        | -21,0       | 1,5                       | 11            | 3,7                    |
| Февраль  | -15,1                   | -9,7         | -19,9       | 2,6                       | 11            | 3,3                    |
| Март     | -8,2                    | -2,2         | -12,7       | 5,6                       | 13            | 3,5                    |
| Апрель   | -0,8                    | 6,7          | -4,3        | 4,2                       | 28            | 4,1                    |
| Май      | 8,3                     | 15,2         | 2,3         | 6,2                       | 49            | 4,0                    |
| Июнь     | 15,5                    | 22,3         | 9,1         | 11,0                      | 73            | 3,2                    |
| Июль     | 17,7                    | 24,0         | 11,6        | 14,4                      | 75            | 2,4                    |
| Август   | 14,5                    | 20,7         | 9,2         | 12,3                      | 68            | 2,5                    |
| Сентябрь | 9,1                     | 15,3         | 4,1         | 8,2                       | 39            | 3,0                    |
| Октябрь  | -0,4                    | 5,4          | -3,3        | 4,6                       | 29            | 3,8                    |
| Ноябрь   | -7,9                    | -3,4         | -12,4       | 2,7                       | 21            | 4,1                    |
| Декабрь  | -13,9                   | -8,9         | -18,6       | 1,7                       | 19            | 3,7                    |
| Год      | 0,4                     | 6,2          | -4,6        | 5,9                       | 436           | 3,4                    |

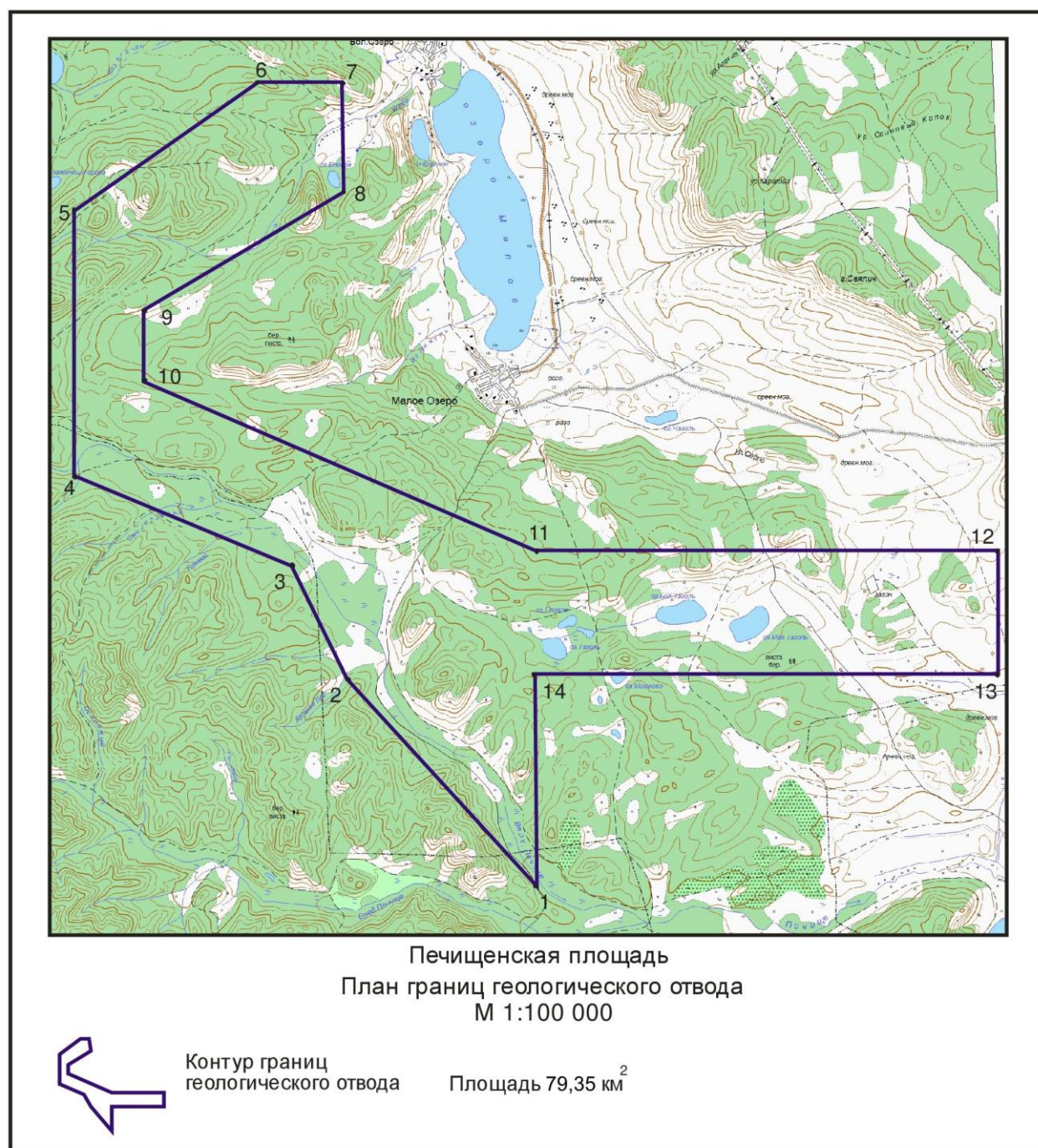


Рисунок 1.2 – План границ геологического отвода Печищенской площади

#### 1.4. Орогидрография

Площадь проектируемых работ приурочена к области сочленения восточных отрогов Кузнецкого Алатау и Минусинского межгорного прогиба.

В орографическом плане рельеф площади проведения работ представлен мелкогорьем с абсолютными отметками от 410,0 до 760,0 м;

относительные превышения составляют 100-200 м. Склоны гор частично поросшие тайгой. Мощность делювиальных рыхлых отложений варьирует от 0,5 до 5 м, местами достигает 10 м.

Гидросеть района относится к бассейну верховьев р. Чулым. Наиболее крупной водной артерией является р. Печище с притоками.

Практически все реки и ручьи имеют широкую долину с пологим уклоном. Наибольший уровень воды они имеют в период таяния снега во второй половине мая и начале июня, часто временное повышение уровня воды случается за счет обильного выпадения осадков в июле-августе. Минимальный уровень воды отмечается осенью (октябрь-ноябрь) и зимой.

На площади имеется ряд озер. Наиболее примечательным является озеро Круглое, расположенное севернее лицензионной площади. Длина озера около километра, ширина 400 м, глубина по разным оценкам от 70 до 80 м. Озеро приурочено к тектоническому нарушению, который проявляется на поверхности резким изменением цвета воды от голубого до фиолетового. Озеро прозрачное, довольно прохладное с наличием значительного количества выходов подземных вод. Озеро Еловое и группа Тазольских озер имеют размеры с запада на восток до 430 м, с юга на север до 450 м. Озера расположены на небольшом расстоянии друг от друга и невысокими холмами, поросшими смешанным лесом. Дно озер глинистое, песчаное, песчано-глинистое.

### **1.5. Растительный и животный мир**

Характер растительности отвечает зоне таежного среднегорья. Хвойные представлены пихтой, сосной и кедром; из лиственных встречаются береза, осина, ольха; из кустарников – смородина, малина, жимолость, тальник.

Животный мир тайги богат и разнообразен: из копытных обитают марал, лось, северный олень, кабарга, косуля; из хищников – медведь, редко россомаха; из промысловых – соболь, бобр, норка, выдра, белка. Пернатые

представлены глухарем, рябчиком, каменной куропаткой, кедровкой и другими представителями таежной зоны. В реках водятся хариус, ленок, редко таймень. Летом в тайге много гнуса.

### **1.6. Инфраструктурная характеристика территории**

Участок работ находится на территории Шарыповского района Красноярского края - районе с развитыми горнодобывающей (угледобывающей) промышленностью и сельским хозяйством. Район в целом относится к территориям с развитыми социальной и транспортной инфраструктурой.

Шарыповский район находится на юго-западе Красноярского края и граничит на западе и юге с Кемеровской областью и республикой Хакасия и другими районами края на севере и востоке. С другими населенными пунктами и территориями районный центр связан хорошо развитой сетью автомобильных дорог с твердым покрытием. Через Шарыпово проходит железнодорожная ветка Ачинск - Кия-Шалтырь (Кия-Шалтырский нефелиновый рудник в Кемеровской области), по которой осуществляются грузовые перевозки.

Расстояние от г. Шарыпово до краевого центра 315 км, от г. Шарыпово до с. Парная около 35 км и далее до участка около 30 км.

Участок проектируемых работ расположен вблизи живописных озер (оз. Большое, Малое, Круглое, Сарбаголь и др.), привлекающих большое количество туристов и рыбаков. Населенные пункты, входящие в состав Парнинского сельского совета, в том числе и с. Малое Озеро связаны между собой местными дорогами с твердым покрытием. От с. Малое Озеро до участка работ имеются только грунтовые дороги.

### **1.7. Ландшафтно-геохимические условия проведения работ**

Исследуемый район расположен в зоне среднегорья лесных ландшафтов. Водораздельные пространства нередко сглажены и имеют

слабовыпуклые, реже горизонтальные поверхности. Крутизна склонов в верхней части составляет 5-10°, в средней и нижней достигает 20°. Обнаженность склонов южной и западной экспозиций удовлетворительная и хорошая; склоны, слабо задернованы. Покровные образования представлены элювиальными и элювиально-делювиальными и делювиальными отложениями мощностью от нескольких сантиметров до 3,0 м. Почвенный покров представлен горными подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами. Древесная растительность покрывает около 30% площади и представлена сосной, пихтой, елью, лиственницей и кедром. На северных склонах развит густой подлесок.

Районирование территории планируемых геохимических работ по природным условиям произведено с использованием ландшафтно-геохимической схемы М.А. Глазовской (1964): водоразделы – элювиальные ландшафты, склоны – трансэлювиальные, долинные и прирусловые участки – аллювиально-аккумулятивные ландшафты, озерно-болотные и техногенные ландшафты.

Элювиальные ландшафты приурочены к выположенным водоразделам, логам и занимают 20-25 % площади. Мощность гумусового горизонта в них составляет 10-20 см. Горизонт «В», мощность которого достигает 1,5 метра, является основным почвообразующим. Он представлен тяжелыми желтовато-бурыми и бурыми суглинками, постепенно переходящими в структурный элювий. Характерной особенностью отложений является незначительное, менее 10 % количество обломочного материала.

Трансэлювиальные ландшафты занимают 70-75 % площади. Среди них выделяются 2 подтипа:

– трансэлювиальный геохимический ландшафт крутых гравитационно-делювиальных склонов, характеризующихся преобладанием механического перемещения рудных компонентов над химической



миграцией элементов и значительным смещением вторичных ореолов рассеяния от первичных источников;

– трансэлювиальный геохимический ландшафт пологих и средней крутизны делювиальных склонов, характеризующихся как механическим перемещением рудных компонентов, так и химической миграцией элементов, и слабым смещением вторичных ореолов рассеяния от первоначальных источников.

Озерно-болотные ландшафты развиты в верховьях ручьев и занимают незначительные площади. Повышенная мощность гумуса в 30-50 см, наличие серых и зеленовато-серых суглинков, создают в краевых частях супераквальных ландшафтов главные барьеры. Условия поисков неблагоприятные.

Ландшафты долин водотоков характеризуются активным водообменом, преобладанием механической миграции вещества. Данный тип ландшафта, не затронутый отработкой россыпей, развит незначительно.

Техногенные формы ландшафта в виде отвалов, шлаков сформировались в результате плавления медных руд. Они наблюдаются по р. В. Печище. Условия литохимических поисков здесь крайне неблагоприятные. Площади техногенного рельефа поисками по вторичным ореолам не охватываются.

#### **1.8. Данные об обеспеченности объекта работ топокартами, космическими снимками**

Территория участка работ расположена в пределах номенклатурного листа масштаба 1:200 000 государственной разграфки N-45-XII (лист N-45-35 масштаба 1:100 000). На поисковых участках будут использоваться топокарты масштаба 1:25 000, приобретение которых предусматривается данным проектом.

Топографической основой масштаба 1:200 000 и 1:100 000 покрыта вся территория участка работ. Имеется цифровой вариант топооснов.

Район имеет хорошую обеспеченность космическими снимками свободного доступа. Главным образом, это снимки среднего и высокого разрешения: Landsat 7,8 с пространственным разрешением 15-30 м и Sentinel 2 - 10 м. Они позволяют составлять и анализировать изображения с различными мультиспектральными комбинациями каналов и пригодны для составления карт и планов. Также доступны ГИС-сервисы сверхвысокого пространственного разрешения (до 2 м) Google Earth, Bing и ArcGIS Imagery, пригодные для визуального изучения локальных участков и обновления планов вплоть до масштаба 1:5 000.

## **1.9. Сведения о геологической, геофизической, гидрогеологической, инженерно-геологической, экологической изученности объекта**

### **1.9.1. Геологическая изученность**

Первые сведения о геологическом строении бассейна р. Верхнее Печище относятся к середине XVIII столетия и связаны с посещением этого района путешественниками – естествоиспытателями. Впоследствии изучению геологического строения района способствовали поиски и добыча, медных руд по реке Верхнее Печище и с. Копьево, расположенного к юго-востоку от Печищенского месторождения.

Систематическое изучение площади работ началось после Октябрьской революции и связано с именами И.К. Баженова, М.М. Грунина, Л.И. Перфилова, Л.И. Шаманского, В.И. Медведкова и многих других геологов. В этот период были заложены основы знаний о геологическом строении и полезных ископаемых региона, составлены первые мелкомасштабные геологические карты [36].

В конце 30-х годов XX века на Печищенской площади силами КГУ и ЗСГУ были проведены поиски на медь (Грунин, Перфилов, 1939 г., Медведков, 1940 г.). В эти годы на площади проводились в небольшом объеме поисковые работы с проходкой канав, шурфов до глубины 10 м.

Партиями Западно-Сибирского ГРУ и Енисейстроя по длине рудной зоны в 4 км выполнены поисковые работы на медное оруденение. Впервые были пробурены три поисковых скважины с отбором керна глубиной 58-127 м. Подсчет запасов медной руды по кат. С<sub>2</sub> по Печищенскому месторождению производился в 1939 и 1946 гг, запасы не утверждались. По Раисинскому месторождению по кат.С<sub>2</sub>.запасы меди впервые были оценены В.В.Медведковым (1940 г) [42], а позднее (1946 г) Л.И.Шаманским, запасы не утверждались. Одновременно Л.И. Шаманским оценены запасы и Сарбагольского проявления [51, 52]. Позднее в районе была проведена Государственная геологическая съемка масштаба 1:200 000 в процессе которой были обобщены все имевшиеся на тот период геологические сведения, разработана единая геологическая легенда, составлены и изданы геологические карты и карты полезных ископаемых масштаба 1:200 000 (Моссаковский и др., 1956), которые на долгие годы стали отправной точкой для проведения геологических исследований более крупного масштаба. В 1979-1983 гг. участок Печищенской группы месторождений вошел в Горячегорскую и, незначительно, в Белоозерскую (лист N-45-35-Б) площади геологического доизучения масштаба 1:50 000 (В.Н.Марков, А.П.Липишанов, А.Н.Минаков и др., 1983; А.П.Косоруков, Л.В.Яконюк, 1982).

В 2010 году В.П. Бордоносков провел обзор и систематизацию имеющихся материалов по меденосности Печищенского и Раисинского месторождений, проанализировал все фондовые материалы предыдущих исследователей с целью оценки их для постановки на площадях поисковых работ на медь. В кратком отчете (Бордоносков, 2010) приведены материалы, доказывающие целесообразность постановки на месторождениях поисковых работ на выявление промышленных месторождений меди, а также серебра и золота. Им установлено, что тип благородно-металльно-медного оруденения медно-порфировый, связанный с вулканизмом девонского возраста. Доказывается перспективность его на постановку поисковых работ с целью выявления месторождений меди, серебра и золота.



По Печищенскому и Раисинскому месторождениям В.П. Бордоносков провел расчет прогнозных ресурсов по категориям  $P_2+P_3$ , которые составили по меди 386,2 тыс.т (содержание 0,22-0,32%), по серебру – 2488 т (содержание 22-162 г/т) и золоту – 33 т (содержание 0,3 г/т). Площади этих месторождений рекомендуются для постановки поисково-оценочных работ на благородно-металльно-медное оруденение медно-порфирового типа [34].

В 2016 г. одним из авторов проекта (Т.Я. Корневым) в пределах Печищенской площади были проведены кратковременные обзорные рекогносцировочные геологические работы, включающие поисковые маршруты, изучение геологических разрезов и опробование руд на медь, и другие металлы. В результате определен стратоидный вулканогенно-осадочный тип медного и благороднометалльного оруденения в сарагашской свите среднедевонского возраста, определен генетический и геолого-промышленный тип оруденения, выделены рудные зоны медного оруденения и намечены наиболее перспективные участки, на которых можно ожидать выявление месторождений промышленного медного типа.

### **1.9.2. Геофизическая изученность**

Началом систематических геофизических исследований можно считать 1958 г., когда вся южная часть листа N-46 и северная часть листа M-46 были покрыты аэромагнитной съемкой масштаба 1:200 000 (Кабанов и др., 1959 ф). На площади были выявлены различные по размеру и интенсивности магнитные аномалии, соответствующие, в общих чертах, интрузивам основного и ультраосновного состава.

Начиная с 1967 г., Саянская АГФП Южной геофизической экспедиции приступила к планомерному проведению на территории Минусинской впадины высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:25 000 с фотопривязкой маршрутов (Холяндра и др., 1970 ф, 1972 ф, 1973 ф, 1984 ф). Цель работ – поиски месторождений железных руд и помощь геологическому картированию масштаба 1:50 000. Съемка выполнялась по

системе прямолинейных маршрутов, ориентированных в меридиональном направлении вкрест простираения основных структур региона. Среднее расстояние между маршрутами выдерживалось в пределах 250 м. Полеты по съемочным маршрутам выполнялись с обтеканием рельефа, на минимально возможной высоте.

В результате аэромагнитных съемок масштаба 1:25 000 практически на всю территорию Минусинской впадины и прилегающей территории Кузнецкого Алатау к концу 80-х годов XX столетия были составлены высокоточные карты магнитных аномалий в графиках и изолиниях  $\Delta T_a$ , которые использовались при проведении геологосъемочных и поисковых работ масштаба 1:50 000.

Кроме магниторазведочных работ на территории Минусинской впадины проводилась гравиразведка. В 1987-1990 гг. Гравиметрическая экспедиция № 3 провела на площади гравиметрическую съемку масштаба 1:200 000 (Ключко и др., 1989 ф, 1990 ф). Плотность наблюдений составила 1 пункт на 5,9 км<sup>2</sup>. Работы выполнялись комплектом аппаратуры для морских гравиразведочных исследований, переоборудованным для вертолетной съемки на внешней подвеске (длина 40 м) вертолета Ми-8. В итоге были построены кондиционные гравиметрические карты масштаба 1:200 000 в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2,30 и 2,67 г/см<sup>3</sup> и карты региональных и остаточных аномалий силы тяжести масштаба 1:500 000, получены новые данные о глубинном строении исследованной части рассматриваемой территории.

### **1.9.3. Геохимическая изученность**

Первое планомерное опробование меденосных отложений Печищенской площади было проведено в процессе поисковых работ на медь (Рис 2.1). Пробы отбирались не по площади, а по точкам, по маршрутам и горным выработкам в ходе геологических маршрутов, проходки шурфов и канав и анализировались спектральным полуколичественным анализом в

основном на медь. Металлометрическая съемка на рассматриваемой площади не проводилась (Перфилов и др., 1937-1939 гг.).

#### **1.9.4. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность**

Описываемый район относится к Северо-Минусинской впадине и находится в краевой части Салбатской мульды. Степень гидрогеологической изученности участка недр соответствует масштабу 1:200 000.

Систематическое гидрогеологическое изучение описываемого района было начато в 50-ые годы. До этого времени гидрогеологические исследования носили попутный характер.

В 1948 г. на территории Северо-Минусинской впадины Е.Е. Беляковой, Е.А. Барсом и В.Г. Глезером изучались подземные воды с целью прогноза нефтегазоносности района. Материалы по изучению подземных вод были обобщены Е.Е. Беляковой и вошли в объяснительную записку к гидрогеологической карте Сибири и Дальнего Востока.

В 1952 г. П.Р. Конюшим проведены гидрогеологические исследования на площади некоторых колхозов и совхозов Ужурского района и составлено заключение о возможностях их водоснабжения.

На территории листа N-45-XII различными организациями пробурен ряд гидрогеологических скважин для водоснабжения отдельных населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных предприятий. В отчетах Е.П. Кривошеиной, И.П. Косарева, А.И. Куршановой приведены данные о дебитах скважин, глубинах залегания и химическом составе подземных вод.

В 1959г. Г.В. Зубовой, М.Г. Капустиной и В.П. Карловой составлен каталог скважин, пробуренных на территории Красноярского края и Тувинской автономной республики с 1912 по 1958 год с описанием гидрогеологического районирования территории и подземных вод по их стратиграфической принадлежности.

В 1960 г. М.А. Бурлаковой составлены прогнозные гидрогеологические карты масштаба 1:200 000 условий водоснабжения ряда административных районов Красноярского края, в том числе Ужурского, Шарыповского и др. В пояснительной записке к картам приведены краткие сведения о гидрогеологических условиях этих районов и дан прогноз использования подземных вод для водоснабжения.

В 1961 г. Ж.Л. Цыкиной составлена карта расположения водозаборов подземных вод на территории Красноярского края и Тувинской автономной республики. В объяснительной записке приведены сведения о работе основных водозаборов и выделены наиболее перспективные участки использования подземных вод для водоснабжения.

В 1962 г. М.А. Бурлакова, обобщив большой фактический материал, полученный различными организациями, составила гидрогеологическую карту масштаба 1:500 000 для южной части Красноярского края.

В 1966-1967 гг. Березовской гидрогеологической партией Западной КГРЭ Красноярского ГУ была проведена гидрогеологическая съемка листа N-45-XII масштаба 1:200 000. Съемка сопровождалась буровыми и опытными работами, опробованием подземных вод и изучением их режима, по результатам которой составлена и издана гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000 листа N-45-XII и пояснительная записка к ней (М.Ф.Поладько, 1969) [46]. Геологической основой послужила карта А.А. Моссаковского и Н.Н. Хераскова, изданная в 1958 г.

На площади листа выявлены и утверждены запасы подземных вод. В 1966-1969 гг. в верховье р. Кулун на участке, расположенном в 8 км западнее г. Ужура, в отложениях быстринской свиты нижнего карбона и тубинской свиты верхнего девона выявлено Ужурское месторождение пресных подземных вод. Эксплуатационные запасы подземных вод по категориям А+В составили 25056 м<sup>3</sup>/сут, в том числе по категории А – 22378 м<sup>3</sup>/сут, по категории В - 2678 м<sup>3</sup>/сут (Протокол НТС № 460 от 29.12.1969 г.). По

окончании разведочных работ в течение 1969-2005 г. по 4-м наблюдательным скважинам велись режимные работы.

В 1966-69 гг. были пробурена поисковая и разведочно-эксплуатационная скважины для водоснабжения базы Западной экспедиции, расположенной в с. Кулун. В 1985 г (две скв.) и 1993 г (три скв.) в верховьях правобережной части долины р. Кулун на разведанном участке трестом «Востокбурвод» пробурены эксплуатационные скважины для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Ужура [39].

В 2009-2010 гг. по Ужурскому месторождению выполнены работы по переоценке запасов подземных вод. Протоколом ТКЗ № 814 от 28.06.2010 г. утверждены запасы подземных вод по категории А в количестве 5,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут по действующему водозабору ЗАТО «Солнечный», а в 2016 г по водозабору ООО «Ужурское ЖКХ» на площади Ужурского МППВ утверждены запасы в количестве 3300 м<sup>3</sup>/сут по кат. В (Протокол ТКЗ №1287 от 02.03.2016 г.), по водозабору п. Кулун (УТПВ Кулунский) утверждены запасы в количестве 550 м<sup>3</sup>/сут по кат. В для технологических нужд (Протокол ТКЗ от 1009 от 3.07.2014 г.). Для поселка городского типа и курорта «Озеро Учум» - для ХПВ в количестве 520 м<sup>3</sup>/сут по категории В (Протокол ТКЗ №1303 от 31.03.2016 г.). Эксплуатируются подземные воды верхнедевонских отложений.

По скважинам Учумского поста по линии государственного мониторинга также проводились режимные наблюдения с 1993 г. по 2005 г. В настоящее время скважины на Учумском посту ликвидированы в результате ведения сельскохозяйственных работ.

Запасы подземных вод отложений девона оценивались по ряду месторождений в Шарыповском районе. За счет водоносных среднедевонских комплексов (бейская, сарагашская, толтаковская свиты) Южно-Шарыповского месторождения производится централизованное водоснабжение г. Шарыпово. Месторождение открыто к началу освоения первоочередных объектов КАТЭКа, запасы утверждены в 1980 г в

количестве 28,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут по кат.В (Протокол ГКЗ №8654 от 12.12.1980 г). Эксплуатация месторождения осуществляется с 1992 г. водозабором из 11 скважин глубиной по 90 м. Производительность водозабора в разные периоды составляла от 27 до 42 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время водозабор состоит из 10 скважин, производительность с 2004 г. в среднем 17-18 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 2011 г запасы подземных вод по опыту эксплуатации водозабора переутверждены по кат. А 18,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут, по кат. В 12,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут (Протокол ТКЗ № 801 от 31.05.2011 г).

В инженерно-геологическом отношении площадь не изучалась. На южную часть Красноярского края сотрудниками геологического факультета МГУ и Красноярского геологического управления в 60-х годах выполнено инженерно-геологическое районирование масштаба 1:500 000 (Г.А.Голодковская и др., 1966). К характеризуемой площади приурочены туфогенно-терригенная и красноцветная (молассовая) формации палеозойских отложений. Детальные инженерно-геологические изыскания выполнялись по отдельным объектам строительства Ужурского и Шарыповского районов, среди которых следует отметить работы Томского Теплопроекта под объекты Березовской ГРЭС (Б. Никонов, М.Х. Булычева, Т. Саломатов, В. Реброва, 1974-1975 гг.), Томского Госуниверситета по инженерно-геологической характеристике Березовского бурогоугольного месторождения. Инженерно-геологическая съемка масштаба 1:100 000 в аналогичных условиях выполнялась ТомТЭПом под линию электропередач 100кВ п/ст.Ужурская- п/ст.Кия-Шалтырь (Ю.С. Карпачев, 1960).

## **1.10. Геологическое строение района работ**

### **1.10.1. Стратиграфия**

Печищенская площадь находится на стыке Минусинской впадины и Кузнецкого Алатау. Она располагается в юго-западной части крупной Ужурской палеовулканической структуры девонского возраста с широким

развитием девонских осадочно-вулканогенных отложений, перекрытых осадочными отложениями карбона (рисунок 1.3). Описание геологического строения приводится по материалам геологической съемки масштаба 1:50 000 [48, 49].

Девонская система. Нижний - средний отдел нерасчлененные.

Нижняя часть разреза девонских отложений представлена вулканогенно-осадочным комплексом быскарской серии нерасчлененного нижнего и среднего отдела ( $D_{1-2}bk$ ). По результатам геологической съемки масштаба 1:50 000 быскарская серия авторами подразделяется на базырскую, берешскую, ашпанскую толщи. В районе Тазольских озер выделяется ашпанская толща ( $D_{1a\check{s}}$ ), представленная базальтами и трахибазальтами с прослоями осадочных пород (конгломератов, песчаников). Суммарная мощность ашпанской толщи в районе от 700 до 1100 м.

Средний отдел. Средний девон представлен отложениями толтаковской, сарагашской и бейской свит, развитыми вдоль всего северо-западного борта Северо-Минусинской впадины.

*Толтаковская свита ( $D_{2tl}$ )* сложена в районе красноцветными отложениями, среди которых преобладают конгломераты, песчаники, гравелиты, реже встречаются алевролиты. Конгломераты и гравелиты характеризуются плохой сортировкой обломочного материала. Песчаники разномзернистые (от грубо- до мелкозернистых), плохо сортированные. Алевролиты слоистые. Мощность свиты по разрезу от 180-200 до 570-580 м.

*Сарагашская свита ( $D_{2sr}$ )* с подстилающей её толтаковской свитой связана постепенными переходами. В пределах левобережья р. Верхнее Печище свита имеет двухчленное строение. Нижняя часть свиты сложена пачками разномзернистых полимиктовых песчаников с подчиненным количеством алевролитов и пачками гравелитов на карбонатном, реже железисто-глинистом цементе. Завершает разрез пачка темно-серых алевролитов. Верхняя часть свиты песчаниковая с отдельными горизонтами песчанистых известняков. Отличительной особенностью является светло-

серая, желтовато-серая и серая окраска, выдержанная параллельная или волнистая слоистость. В алевролитовой части свиты могут проявиться радиоактивные аномалии. Общая мощность свиты около 200 м.

Отложения *бейской свиты* ( $D_2bs$ ) связаны постепенным переходом с отложениями сарагашской свиты. Литологически свита представлена хорошо выдержанной толщей серых и темно-серых известняков при подчиненном количестве алевролитов, аргиллитов и песчаников. Широко развито окремнение. Песчаники и алевролиты обычно мелкозернистые сильно известковистые. Мощность свиты обычно не превышает 200-250 м.

Верхний отдел. *Ойдановская свита верхнего девона* ( $D_3od'$ ) пользуются в районе широким распространением. Образована свита косослоистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Цвет пород меняется от серо-зеленого и серо-желтого до вишнево-коричневого и коричневатого-лилового при общем преобладании красноватых пород. Для нижней части характерны выходы песчаников в куэстовых грядах. Отложения свиты залегают на нижележащей бейской свите с постепенным переходом.

Каменноугольная система. В характеризуемом районе присутствуют отложения только нижнего карбона. Они представлены мощной толщей пестроокрашенных туфогенных пород, песчаников и известняков морского и лагунно-континентального генезиса. Преобладают песчаники и туффиты, известняки и аргиллиты встречаются в виде прослоев.

Четвертичная система. Четвертичная система в пределах лицензионной площади представлены аллювиальными отложениями пойм рек и озер и элювиально-делювиальными образованиями. Аллювий, слагающий поймы рек, ручьев и озер площади представлен щебнем, галечниками, песками, суглинками, илами. Элювиально-делювиальные отложения широко распространены, характеризуются небольшой мощностью (обычно 1-2 м), представлены бурыми суглинками, и щебнем [10].



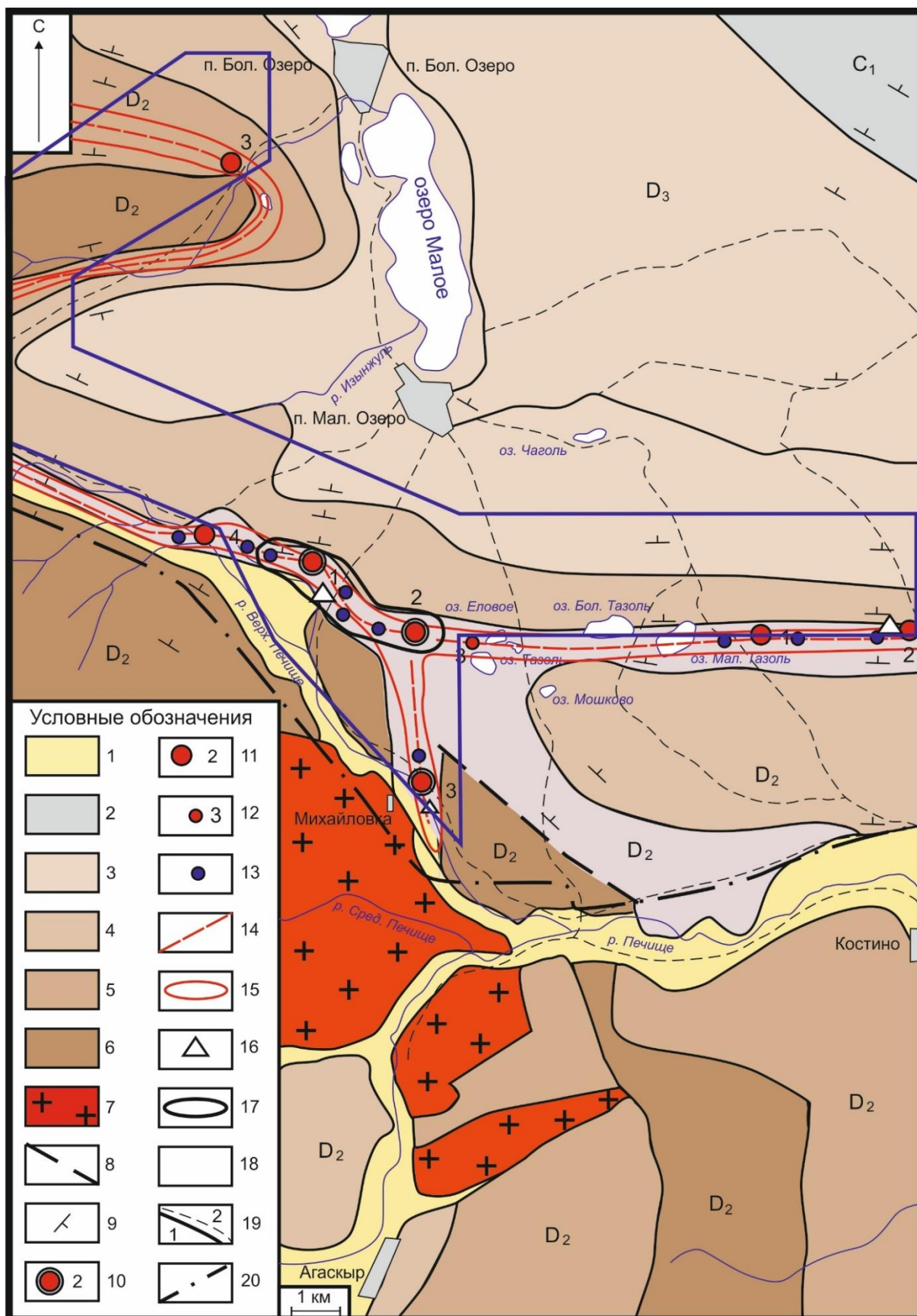


Рисунок 1.3 – Геологическая карта Печищенской площади

1 – Четвертичные (аллювиальные) отложения; 2 – Быстрянская свита ( $C_1$ ). Песчаники, алевролиты, аргиллиты, туффиты; 3 – Ойдановская свита ( $D_3$ ). Песчаники, алевролиты, аргиллиты; 4 – Бейская свита ( $D_2$ ). Песчаники, алевролиты, известковистые

сланцы, известняки, мергели; 5 – Сарагайская свита (рудоносная) ( $D_2$ ). Песчаники, гравелиты, конгломераты, туфопесчаники, алевролиты, лавы и туфы основного, среднего и кислого состава; 6 – Толтаковская свита ( $D_2$ ). Лавы и туфы основного и кислого состава; 7 – Нерасчлененные нижне-среднедевонские и додевонский (тигерташский) комплексы гранитов, гранодиоритов, граносиенитов и щелочных сиенитов. Граниты, гранодиориты, граносиениты; 8 – Зоны разломов; 9 – Элементы залегания слоистости пород; 10 – Месторождения и рудопроявления меди, серебра и золота и их номера (1 – Печищенское, 2 – Раисинское, 3 – Михайловское, 4 – Козынгольское, 5 – Соройное, 6 – Сарбагольское); 11 – Точки минерализации меди; 12 – Точки проявления серебра; 13 – Осевые части рудоносных (Cu, Au, Ag) зон (горизонтов); 14 – Площади перспективных рудоносных зон на выявление месторождений меди, золота и серебра; 15 – Участки медноплавильных заводов (печей); 16 – Участок поисковых работ предшественников (Печищенско-Раисинский); 17 – Контур намеченной площади поисковых работ на выявление коренных месторождений меди; 18 – Озера; 19 – Дороги полевые, пригодные для автомобильного транспорта (1), тоже заасфальтированные (2); 20 – Граница Красноярского края.

### **1.10.2. Интрузивные образования**

Интрузивные образования распространены в южной части района, выделены два додевонских комплекса. Интрузии кембрийские прорывают отложения ашпанской свиты нижнего девона и усинской свиты кембрия, характеризуются большим разнообразием состава и структур. Наиболее развиты диориты, габбро, в большом количестве вдоль тектонических контактов картируются дайки сиенит-порфиров.

В формировании современного облика массива и рассматриваемого участка в частности большую роль играют тектонические нарушения. Выделяются зоны перемещения в результате тектонических подвижек («соскальзывания») эффузивных пород на 100-200 м к северу с заполнением участков перемещения, выделяемых в рельефе сглаженными понижениями, дресвой интрузивных пород, щебнем и обломками эффузивных пород [41].

Значительным распространением пользуется в районе исследований тыгertyшский комплекс. Интрузия сложена среднезернистыми преимущественно лейкократовыми светло-серыми с розоватым оттенком гранитами. Пространственно граниты тыргышского комплекса тяготеют к контактовым зонам между различными фазами мартайгинского комплекса.

### 1.10.3. Тектоника

Лицензионная площадь приурочена к зоне сочленения двух структурных комплексов: каледонского северо-западных отрогов Кузнецкого Алатау (Восточно-Мартайгинская СФЗ) и герцинского западного обрамления Северо-Минусинской впадины. Эти структурные комплексы резко обособлены друг от друга как по формациям, так и по типу тектонического развития, соответственно и выделяются два структурных этажа.

Нижний структурный ярус включает в себя образования от верхнего рифея до ордовика включительно.

Верхний структурный ярус формировался в относительно спокойной обстановке, когда происходило заполнение рифтовой впадины. Для верхнего структурного этажа наиболее характерными чертами являются ярко выраженный щелочной характер магматизма, обусловленный палеовулканизмом, и металлогенические особенности каждого яруса.

Для нижнего структурного этажа преобладающим направлением разрывных нарушений является северо-западное [41]. По кинематике эти разломы в большинстве своем представляют сбросы, выражаются в рельефе спрямленными участками долин рек, ручьев и логов. Разломы северо-западного простирания часто пересекаются разломами северо-восточного простирания.

Для верхнего структурного этажа преобладающее направление разломов северо-восточное. По кинематике они обычно являются сдвигами или надвигами.

## 2 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДИ РАБОТ

Характеристика гидрогеологических условий района приводится по результатам государственной гидрогеологической съемки листа N-45-XII масштаба 1:200 000 (М.Ф. Поладько, 1969 г.) с учетом результатов более поздних работ и применением современной терминологии названия водоносных горизонтов и комплексов [47, 48, 49].

В соответствии с принятой схемой гидрогеологического районирования (2015 г.) район работ расположен в пределах Саяно-Тувинской ГСО (II порядок), входящей в состав Алтае-Саянской СГСО [45].

По структурно-генетическим особенностям подземные воды трещинно-пластовые, слабо напорные, безнапорные, связаны с разновозрастными породами. Основной областью питания являются отроги Саян, Кузнецкого Алатау, местными областями – гипсометрически возвышенными, обнаженными участками. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Основной дреной района является р. Чулым. В пределах района выделяются водоносные горизонты и комплексы, описание которых приводится ниже.

### Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт ( $aQ_H$ )

Воды голоценового горизонта по характеру циркуляции относятся к порово-пластовым безнапорным водам со свободной поверхностью. По глубине залегания и характеру вмещающих пород среди них выделяются:

- подземные воды элювиально-делювиального чехла водораздельных пространств
- подземные воды аллювиально-озерных отложений.

Воды элювиально-делювиального чехла водоразделов носят характер верховодки. Мощность водовмещающих пород, представленных супесями, суглинками и песками, до 1 м. Расход вод незначителен, в среднем 0,5 л/с. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. При наступлении засушливого периода иссякают.

### Относительно водоупорный голоценовый озерный, озерно-болотный горизонт (I, IbQ<sub>H</sub>)

Воды аллювиально-озерных отложений приурочены к песчано-галечниковым отложениям с линзами глин, суглинков, супесей. Мощность водовмещающих пород по данным бурения составляет 2-3 м до 18 м. Дебиты скважин при откачках от 2,0 до 11,1 л/с. Глубина залегания подземных вод чаще всего от первых метров до 6-8 м. Дебиты колодцев от сотни до десятых долей, родников - десятые доли литров в секунду (М.Ф.Поладько, 1969 г). Родники нисходящие. Питание вод осуществляется как за счет атмосферных осадков, так и за счет поверхностных, элювиально-делювиальных, трещинно-грунтовых и трещинно-карстовых вод.

По химическим свойствам воды горизонта гидрокарбонатные, редко сульфатно-гидрокарбонатные. Воды ультрапресные, пресные с общей минерализацией 0,1-0,4 г/дм<sup>3</sup>. По степени жесткости воды от мягких до умеренно-жестких (0,58-3,46 °Ж), реакция их слабокислая, нейтральная, или слабощелочная (рН 6,2-7,6). Вблизи населенных пунктов в водах горизонта отмечается повышенное содержание катиона NH<sub>4</sub> (до 4 г/дм<sup>3</sup>) и аниона NO<sub>2</sub> до (0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup>). Воды пригодны для промышленного использования и бытовых нужд.

Относительно водоупорный четвертичный озерно-болотный горизонт развит в озерных котловинах (оз. Малое, Большой Тазоль). Водовмещающие породы пески, галечники, суглинки, супеси с линзами глин. Мощность водовмещающих пород от 3,0 до 10,0 м. Глубина залегания подземных вод чаще всего от первых метров до 6-8 м. Водообильность неравномерна по площади. Дебиты скважин за пределами района работ колеблются от десятых долей до 11 л/с при понижении уровня до 2,5 м. Коэффициент фильтрации от 3 до 20 м/сут. В районе оз. Учум глубина залегания подземных вод 3-5 м.

Подземные воды гидрокарбонатные кальциевые, смешанные по катионному составу. Минерализация от 0,2 до 0,5 г/дм<sup>3</sup>, рН 7,1-7,7,

жесткость 2,3–12,7 °Ж. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и поверхностных вод в период весеннего половодья.

Водоносная турнейско-визейская (раннекаменноугольная) зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенный пород (vtC<sub>1</sub>t-v)

Зона развита в восточной части района работ. Объединяет отложения быстринской, алтайской, камыштинской свит. В гидрогеологическом отношении изучена до глубины 208 м. Водосодержащие породы – песчаники, в меньшей мере трещиноватые алевролиты, аргиллиты, туфопесчаники, известняки. Явно выраженной закономерности в смене состава по площади нет. Отмечается постоянное уменьшение трещиноватости пород с глубиной. Водоносные зоны взаимосвязаны. Вскрытая мощность водовмещающих пород 150 м. Глубина залегания подземных вод 13,5–114,7 м. Воды слабонапорные, напорные, величина напора в среднем 40-50 м.

Дебиты скважин колеблются от 0,4 до 3,3 л/с при понижениях менее метра до 3,37 м, удельные дебиты до 50 л/с на западном крыле мульды (Ужурское МППВ). На восточном крыле Салбатской мульды в пределах Учумского МППВ дебиты скважин составляли 3,2-16,6 л/с при понижениях от 0,1 до 3,37 м.

Подземные воды по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные натриевые, кальциевые с минерализацией 0,3–0,8 г/дм<sup>3</sup>. К центру Салбатской синклинали с глубиной минерализация возрастает до 7,5–8,5 г/дм<sup>3</sup> состав меняется на хлоридно-сульфатный. По степени жесткости воды мягкие и умеренно-жесткие. Содержание микрокомпонентов не превышает нормы.

Амплитуда колебания уровня от 0,77 до 3,78 м. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка, возможно, осуществляется по сложной системе трещин и зонам тектонических нарушений к региональным очагам разгрузки (долина реки Чулым).

Водоносная франско-фоменская зона экзогенной трещиноватости  
терригенных пород (10tD<sub>3</sub>f-fm)

Водоносная франско-фоменская зона распространена повсеместно в районе работ. Водовмещающие породы – песчаники, алевролиты с подчиненными прослоями известняков, гравелитов и мергелей. В глинистой толще зоны отмечаются прослой гипса и ангидрита

В большинстве случаев воды верхнедевонских отложений напорные. Водообильность пород в целом умеренная, но неравномерная по площади их распространения. Наибольшая водообильность верхнедевонских отложений отмечается на контакте с породами нижнего карбона и в местах эрозионных врезов, наименьшая на водоразделах. Коэффициенты фильтрации алевролитов и песчаников от сотых долей до 15-20 м/сут, на глубинах не превышают 1 м/сут. Дебиты скважин от десятых долей литров в секунду до 14,6 л/с при понижениях от 1,5 до 28,7 м. Удельные дебиты от 0,3 до 7,0 л/с/м. Вскрытая мощность водовмещающих пород в среднем равна 100 - 120 м.

В районе работ воды данной зоны представлены двумя картировочными скважинами номер 5П и 6П. Статический уровень 7,2 м, дебит 1,7 и 16,7 л/с, понижение 18,4 и 10,9 м, соответственно. Удельные дебиты 0,1-1,5 л/с. Минерализация - 1,6 и 2,8 г/дм<sup>3</sup>. Воды с преобладанием сульфат-иона.

Химический состав вод зоны верхнедевонских отложений разнообразен от гидрокарбонатных до гидрокарбонатно-сульфатных и сульфатных натриевых, натриево-магниевых. Сульфатный состав вод и высокая минерализация в ряде случаев определяется наличием гипсовых прослоев и включений в разрезе водовмещающих пород, а также замедленным водообменом в межкуэстовых понижениях.

В результате производства поисковых работ в 2019 г была опробована водозаборная скважина в с. Малое Озеро. Глубина скважины 75 м, дебит скважины при производстве работ составлял 8 л/с, при понижении 11 м.

Статический уровень 8,0 м, минерализация по результатам опробования 2019 г- 0,55 г/дм<sup>3</sup>. Воды по составу сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниевого.

Подземные воды верхнедевонских отложений используются для водоснабжения ряда населенных пунктов, в т. ч. п. Кулун, с. Малое Озеро, п. Учум.

Водоносная живецкая зона экзогенной трещиноватости карбонатно-терригенных пород (10сД<sub>2</sub>gv)

Водоносная зона в районе работ представлена отложениями сарагашской и бейской свит, которые слагают возвышенные части поверхности района. Водовмещающими породами преимущественно являются трещиноватые известняки и песчаники. Мощность водоносной зоны изменяется от нескольких до 100 метров. По характеру циркуляции воды в основном безнапорные. Статические уровни устанавливаются на глубинах от нескольких метров в пределах отрицательных структур рельефа вблизи речных долин до нескольких десятков метров на водоразделах. Водообильность зоны изменчива. Дебиты родников изменяются от сотых долей до 15 л/с, чаще всего встречаются родники с дебитом 0,7-0,8 до 5 л/с. Родники нисходящего типа, выходы подземных вод приурочены к водораздельным поверхностям.

На территории участка работ данная водоносная зона характеризуется картировочной скважиной № 31 с дебитом 8,4 л/с при понижении 0,8 м, удельный дебит составляет 6 л/с/м. Также представлен родниками с расходами от 0,06 до 15 л/с., в среднем составляют 2-5 л/с. Дебиты родников также определяются литологическим составом водовмещающих пород, степенью их трещиноватости и закарстованности. Так, дебиты родников, дренирующих алевролиты, не превышают 1,0 л/с, в известняках, особенно закарстованных и, сильно трещиноватых (вблизи тектонических разломов), они увеличиваются до 5 л/с (родник 6), достигая в отдельных групповых выходах 15 л/с (род.16).



По результатам опробования в 2018-2019 гг. воды по химическому составу пресные с минерализацией до  $0,56 \text{ г/дм}^3$ , гидрокарбонатные кальциевые и магниевые с общей жесткостью от 4 до 6  $\text{мг/дм}^3$ . Для водоснабжения не используются.

Водоносная эмско-эйфельская зона экзогенной трещиноватости  
терригенных пород (10tD<sub>1-2</sub>e-ef)

Распространена повсеместно, изучена на данной территории на глубину до 115 м. Включает обводненные отложения аскизской, илеморовской свит, верхнечулымской и кожиковской толщ. Водовмещающие породы представлены песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, конгломератов. В среднем вскрытая мощность водоносной зоны равна 60-75 м. Кровля чаще всего представлена водопроницаемыми песчаниками, реже плотными аргиллитами и алевролитами. Воды безнапорные на крыльях мульд и напорные по мере погружения водовмещающих пород по направлению центральным частям мульд. Величина напора скважин достигает 107 м.

Статические уровни устанавливаются на глубине до 46,9 м. Максимальная глубина залегания зафиксирована в пределах водораздельных пространств. Водообильность крайне низкая. Связано это с плохой водоотдачей водовмещающих пород и их литологическим составом. Дебит скважин от сотых и десятых долей до 4,7 л/с при понижении уровня от 3 до 39,0 м. Воды в верхней части комплекса пресные, гидрокарбонатные, с минерализацией до  $0,75 \text{ г/дм}^3$ . С глубиной минерализация увеличивается до  $2,6 \text{ г/дм}^3$ , состав воды меняется на сульфатно-гидрокарбонатный, сульфатный. При гидрогеологическом опробовании скважин (С-4 и С-22) и родника № 3 в 2018-2019 гг. воды гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные смешанные по катионам с минерализацией  $0,49-0,75 \text{ г/дм}^3$ .

Водоносная зона гидравлически связана со смежными водоносными зонами. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Разгрузка происходит за пределами района работ в виде родников.

На участке работ было пробурено 3 гидрогеологические скважины на данную водоносную зону. По результатам опытно-фильтрационных работ было установлено, что гидрогеологические параметры в целом соответствуют характеристикам зон на всей территории работ. Дебиты составляют от 0,5-1,0 л/с, при понижениях от 1,3 до 3,0 м, удельные дебиты 0,2-0,8 л/с/м. Коэффициент водопроницаемости составляет в среднем по понижению и по восстановлению от 30,2 до 89,3 м<sup>3</sup>/сут.

#### Водоносная эмская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород (10vtD<sub>1e</sub>)

Дается по единичным родникам и единичным скважинам. Водосодержащими являются трещиноватые песчаники, диабазы, порфириды с преобладанием порфиритов. Выходы подземных вод отмечены на абсолютных отметках 429-447 м. Дебиты скважин колеблются от 2-3 до 10,6 л/с при понижениях уровня от 3,3 до 10 м. Дебиты родников 0,3-3,0 л/с. Коэффициент фильтрации порфиритов в зависимости от степени их трещиноватости по расчетным данным колеблется от 1-2 до 15,1 м/сут.

Обводненность отложений зависит от степени их трещиноватости и от положения водоносного горизонта и эрозионной сети. Как правило, максимальные дебиты получены из скважин, расположенных вблизи основных базисов эрозии вблизи тектонических нарушений, где интенсивно развита трещиноватость. Выше эрозионных врезов отложения сильно сдренированы и малообводнены.

Воды по химическому составу гидрокарбонатные смешанные по катионам с минерализацией, не превышающей 0,3 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость составляет в среднем 5 мг/дм<sup>3</sup>, реакция воды близка к нейтральной. Для водоснабжения в районе изучения не используются. Опробованный в 2019 г. родник №5 на данную водоносную зону имеет гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав и минерализацию 0,4г/дм<sup>3</sup>. Жесткость составила 5,2 °Ж.

Водоносная средне-позднекембрийская зона экзогенной трещиноватости  
интрузивных пород (10уv(Є2-Є3))

Зона открытой экзогенной трещиноватости распространена повсеместно на территории участка. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми порфиритами с редкими прослоями песчаников, конгломератов, диабазов. Мощность водовмещающих пород определяется глубиной распространения трещиноватой зоны и не превышает 110-120 м. Чаще всего в кровле находятся водопроницаемые порфириты. Воды безнапорные. Местный напор (не более 7 м) обусловлен наличием в кровле невыдержанных по мощности и по простиранию глин. Глубина залегания подземных вод 0-5 м вблизи речных долин и достигает 35 м и более на водоразделах.

Водообильность интрузивных образований резко меняется по площади. Дебиты скважин в районе колеблются от 4 до 8 л/с при понижении уровня от 0,8 до 6,0 м. Водообильность центральной части характеризуется по данным многочисленных родников, дренирующих трещиноватые граниты. Дебиты последних варьируют в широких пределах от десятых долей до 10-15 л/с.

По химическому составу воды гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией 0,1-0,8 г/дм<sup>3</sup>, жесткость не превышает 5,0 °Ж, pH 5,8-7,8.

Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих непосредственно на площади распространения пород. В связи с сильной расчлененностью рельефа большинство осадков уходит на поверхностный сток. Разгрузка осуществляется по отрицательным формам рельефа в виде родников, используется для водоснабжения населения в небольших населенных пунктах.

На участок работ, основываясь на фондовых материалах, построена гидрогеологическая карта с учетом новой стратификации (Приложение Б). На карту вынесены скважины и родники, опробованные в процессе работ в

2018-2020 гг. Данные по опробованным водоносным подразделениям в процессе работ на Печищенской площади представлены в таблице 2.1.

Как отмечалось выше, на данной территории выделяются семь водоносных подразделений, пробуренные гидрогеологические скважины и обследованные родники относятся к четырем из них.

Основная зона, опробованная в процесса работ - водоносная эмская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород ( $D_{1e}$ ) – опробована гидрогеологическими скважинами 35Г, 1ГГ и 2ГГ и родниками №№1, 5, 7, 8, 9.

Водоносная живетская зона экзогенной трещиноватости карбонатно-терригенных пород ( $D_{2gv}$ ) – в 2019-20 гг. опробован родником №6.

Водоносная эмско-эйфельская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород ( $D_{1-2e-ef}$ ) – опробована родником №11 и скважиной №36Г.

Водоносная франско-фаменская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород ( $D_{3f-fm}$ ) – опробована скважиной №22 в с. Малое Озеро и родником №4.

Таблица 2.1 – Данные по опробованным водоносным подразделениям в процессе работ на Печищенской площади

| №п/п | Название   | Индекс        | Опробование                                |
|------|--|---------------|--|
| 1    | Водоносная франско-фаменская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород    | $D_{3f-fm}$   | Скв. 22 в с. Малое озеро. Родник №4        |
| 2    | Водоносная живетская зона экзогенной трещиноватости карбонатно-терригенных пород | $D_{2gv}$     | Родник №6                                  |
| 3    | Водоносная эмско-эйфельская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород     | $D_{1-2e-ef}$ | Скв. 36Г. Родник №11                       |
| 4    | Водоносная эмская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород  | $D_{1e}$      | Скв. 35Г, 1ГГ, 2ГГ. Родники: 1, 5, 7, 8, 9 |

### **3 МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЕЧИЩЕНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

#### **3.1. Сбор и анализ фондовой информации**

Сбор материалов производился в Красноярском филиале ФБУ «ТФИ по Сибирскому федеральному округу, а также в Территориальных центрах ГМСН, архивах Недропользователей. Собраны и проработаны основные отчеты по проведению геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, поисковым и разведочным работам на подземные воды и твердые полезные ископаемые. Проведен анализ и систематизированы данные из отчетов по характеристике гидрогеологических подразделений изучаемой площади.

#### **3.2. Предварительное дешифрирование космоснимков**

Дешифрирование космоснимков использовалось для решения следующей задачи: выделение предполагаемых зон водоносных разломов и предполагаемых зон разгрузки подземных вод.

В качестве исходного материала были использованы снимки высокого разрешения интернет сервиса Google Maps, в котором есть возможность просматривать снимки по разным датам за разные годы. Для данной работы были выбраны снимки, датируемые поздней весной, на период когда уже сошел основной снежный покров территории.

По космоснимкам выделялись участки наледей – как предполагаемые участки разгрузки подземных вод. В процессе проведения маршрутов были определены истоки данных родников, показаны на карте красным цветом. Таким образом, данная методика выявления родников была успешно применена в ходе полевых работ.

Данная методика позволила сократить как временные затраты на поиски зон разгрузки подземных вод, так и значительно уменьшить километраж гидрогеологических маршрутов.

Также необходимо отметить, что для данного вида работ не приобретались специально снимки, а были использованы те, которые есть в свободном доступе в сервисе Google Maps.



Рисунок 3.1 – Схема дешифрирования – определение наледей

*1 – области выделенных наледей; 2 – обнаруженные истоки родников в ходе гидрогеологических маршрутов.*

### 3.3. Гидрогеологические маршруты

Гидрогеологические маршруты проводились с целью изучения гидрогеологических условий участка, получения наиболее полной гидрологической характеристики рек [9], гидрогеологической информации о роли тектонических нарушений в питании рек и выявлении участков разгрузки подземных вод в речную систему.

Обследование охватило как площадь лицензионного участка, в пределах которой проводились основные объемы работ, так и прилегающие к

участку с северо-запада и юга территории, так как к ним приурочены верховья и низовья р. Верхнее Печище с притоками. Глубина реки от 0,5 до 1,0 м, ширина изменяется от 1,5 до 4,0 м. Дно реки представлено плохо отсортированной мелкой галькой и дрсвой с большой примесью песчаного и глинистого материала. По берегам реки развита болотная растительность: лиственница, ель, осока, мох.

В центральной и западной частях участка работ, вдоль мест впадения ручьев Прямой и Смородиновый в реку Верхнее Печище, наблюдается болото. Болото имеет протяженность вдоль русла ручья около трех километров, и шириной от 50 до 500 м, уходящее на северо-запад за пределы участка обследования. Болото предположительно верхового типа, и скорее всего не имеет постоянной связи с подземными водами, так как в ходе проходки канав была выявлена большая мощность подстилающих глинистых отложений. Так же в районе болота выявлено широкое распространение многолетнемерзлых пород. Наличие многолетнемерзлых пород объясняется нахождением реки Верхнее Печище в горной долине с сокращенной длительностью светового дня, что создает недостаточное количество солнечного тепла для таяния вечной мерзлоты. Болотная растительность представлена такими растениями как: мох, лишайник, лиственница, береза, брусника.

На восточном фланге работ расположено оз. Еловое и группа Тазольских озер. Все озера имеют размеры с запада на восток до 430 м, с юга на север до 450 м. Все озера расположены на небольшом расстоянии друг от друга, предположительно имеют гидрогеологическую связь через подземные воды. Некоторые озера постепенно заболачиваются. К востоку от оз. Еловое имеется котловина, заполненная постепенно высыхающим болотом связанная ручьем с одним из озер Тазольской группы. Так же в центральной части участка работ, к югу от Раисинского рудопроявления имеются следы высохшего болота. Дно озер глинистое, песчаное, песчано-глинистое.



В пределах участка работ в реку впадают водотоки: ручей Прямой, ручей Смородиновый, которые имеют глубину от 0,3 до 0,7 м и ширину от 0,5 до 1,5 м. Имеются родники и групповые выходы родников. Обследованы родники №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и действующая водозаборная скважина в с. Малое Озеро №22 (обследования 2018-2020 гг.)

Также в ходе маршрутов были опробованы поверхностные и подземные воды (родники), пробы воды отбирались на общий химический анализ и определение содержания микрокомпонентов. Отбор пробы воды с родника №7 в нижнем течении р. В. Печище – рисунок 3.2. Далее пробы воды консервировались по необходимым для каждого из видов анализа методикам и направлялись в аккредитованные лаборатории.



Рисунок 3.2 – Отбор пробы воды из родника №7

Далее приводится описание по нескольким родникам и скважине №22.

**Родник №1** находящийся в 450 м к югу от Печищенского рудопроявления, 3,9 км от юго-западной окраины с Малое Озеро, в



восточной части урочища Разлив. Родник выходит на поверхность в месте обнажения туфогравеллитов ашпанской толщи, дно представлено хорошо сортированными галькой, щебнем. Визуально – дебит родника составляет 1,5 л/с. Выход подземных вод образует небольшой ручей шириной 1,0 - 1,5 м протекающий по днищу долины по направлению к основному руслу реки. В 180 м юго-западнее выхода образуется сезонная наледь, которая фиксируется на весеннем космоснимке. Родник используется местными жителями в питьевых целях, и имеет простейшие приспособления для удобства набора воды. Опробование родника показало, что вода имеет превышение ПДК по стронцию, что делает воду непригодной для питья. Повторное опробование родника в июле 2019 г подтвердило наличие высокой концентрации стронция в воде - 19 мг/дм<sup>3</sup>.

**Родник №5** находится в 4,2 км юго-западнее окраины с. Малое Озеро. Абсолютная отметка выхода 545 м. Родник представляет собой небольшой площадной выход в локальном месте понижения рельефа (рисунок 3.3) с последующим стеканием в виде ручья, обрезавшего правый приток р. Верх. Печище. Вокруг истока в радиусе 50 м других источников не зафиксировано. Дебит родника составляет 15 л/с. По гидрогеологической карте родник попадает в область распространения водоносной эмской зоны экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород, породы представлены порфиритами, конгломератами и песчаниками.

В процессе обследования 03.10.2019 из источника отобрана проба воды для лабораторных исследований. По результатам опробования установлено, что воды родника гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,4 г/л, жесткость находится на уровне 5,2 °Ж. В подземных водах не отмечены высокие концентрации элементов.



Рисунок 3.3 – Исток родника №5

**Родник №6** расположен в 2,7 км западнее окраины с. Малое Озеро. Абсолютная отметка выхода 540 м. Родник представляет собой несколько сосредоточенных выходов, загружающихся в днище лога по которому и идет сток. Так в процессе маршрута вдоль ручья, образованного серией родников, было установлено, что борта лога сухие, то есть водотоков с бортов лога обнаружено не было. При этом, дебит увеличивается от 9 л/с у истока (Рис. 2.5) до 45 л/с в точке замера 700 м вниз по течению. Вода вытекает из пород, представленных известняками с прослоями песчаников, относящихся к водоносной живецкой зоны экзогенной трещиноватости карбонатно-терригенных пород.

По данным работ предшественников (18.07.1967 г.): воды родника гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,3 г/л, жесткость общая – 5,7 °Ж, pH=6,9.

По результатам опробования родника в октябре 2019 установлено, что воды родника сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,55 г/л, жесткость находится на уровне 7,1 °Ж (на 1,4 выше чем в 1967 г). В подземных водах не отмечены высокие концентрации элементов.

### **Водозаборная скважина № 22**

Одиночная водозаборная скважина №22 расположена на юго-западной окраине села Малое Озеро. Впервые была отражена на Карте условий водоснабжения Шарыповского района. Год бурения – 1972, глубина скважины – 75 м, эксплуатируется водоносная франско-фаменская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород, водовмещающие породы которого представлены песчаниками и алевролитами с прослоями известняков и конгломератов. Дебит скважины 8 л/с при понижении 11,0 м, глубина залегания установившегося уровня 8,0 м, минерализация – 0,5 г/дм<sup>3</sup>.

Устье скважины находится в старой деревянной башне, над устьем установлена металлическая емкость, подача воды автоматическая, зона санитарной охраны (ЗСО) водозабора отсутствует, но есть возможность ее организации (рисунок 3.4).

По физическим свойствам вода чистая, прозрачная, без запаха. Из скважины отобрана проба воды для лабораторных исследований, по результатам которых определено, что по химическим показателям вода соответствует питьевым стандартам, более подробно о химическом составе в следующих разделах.



Рисунок 3.4 – Одиночная водозаборная скважина №22 в с. Малое Озеро

### **3.4. Проведение и обработка результатов опытно-фильтрационных работ**

#### **3.4.1. Опытно-фильтрационные работы**

Данные виды работ были предусмотрены и реализованы для решения следующих основных задач:

- изучение разреза водоносных толщ;
- определения гидрогеологических параметров водоносных пластов;
- оценки гидрогеохимических характеристик подземных вод.

Для опытно-фильтрационных работ, проводимых в 2019 г, была использована скважина 1ГГ, глубиной 20 м. Скважина пробурена в июне 2019 г в пределах Печищенского участка.

Гидрогеологическая скважина 1ГГ была пробурена в июне 2019 г. Бурение производилось станком УРБ-2А2, глубина бурения 20,0 м. Общая длина фильтровой колонны 12 м, фильтр щелевой диаметром Ø127 мм, установлен в интервале 8,41-11,4 м. Откачка производилась насосом Grundfos SQ3-70, глубина загрузки насоса 7,0 м.

Для опытно-фильтрационных работ, проводимых в 2020 г, были использованы поисково-гидрогеологические скважины ГГ-2, 35г и 36г, глубиной 45, 136 и 106 м соответственно. Скважины пробурены в августе 2020 г в пределах Раисинского участка.

Бурение скважин №№35г и 36г проводилось буровым станком СКБ-5. Скважины имели оценочно-гидрогеологическое назначение. Бурение скважин проводилось снарядами Ø93 мм, в ходе бурения по скважинам проводилось описание керна с последующим опробованием рудных интервалов, с последующими опытно-фильтрационными работами. По окончании бурения в скважинах были выполнены ГИС. Опытно-фильтрационные работы проводились в открытом стволе. В качестве водоподъёмных труб использовались пластиковые трубы Ø35 мм. Глубина опускания насоса в обоих случаях составляла 30 м.

Гидрогеологическая скважина 2ГГ была пробурена в июле 2020 г. Бурение производилось станком УРБ-2А2, глубина бурения 45,0 м. Общая длина фильтровой колонны 40 м, фильтр щелевой диаметром  $\varnothing 114$  мм, установлен в интервале 27,40-35,50 м. Откачка производилась насосом Grundfos SQ1, глубина загрузки составила 30,0 м.

Откачки выполнялись до стабилизации уровня воды, продолжительностью 1 сутки. После откачек выполнялось восстановление уровня воды до статического. Частота замеров при производстве откачек общепринятая, замеры на минутах: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 210, 240 и последующие часы через 60 минут. Замеры уровня выполнялись электроуровнемером "УСК ТЭ-100", замеры дебита объемным способом емкостью 200 литров (Табл. 2.3).

Таблица 3.1 – Результаты опытно-фильтрационных работ

| № скважины | Дата откачки | Статический уровень, м | Понижение, м | Дебит, л/с | Расчетные значения коэффициента водопроницаемости $K_m$ , м <sup>2</sup> /сут |              |                   |
|------------|--------------|------------------------|--------------|------------|---|--------------|-------------------|
|            |              |                        |              |            | по формуле $K_m = A \cdot q$  | по понижению | по восстановлению |
| ГГ-1       | 7.10.2019    | 5,65                   | 1,3          | 1,0        | 76,9  | 94,5         | 96,4              |
| ГГ-2       | 01.08.2020   | 20,16                  | 1,8          | 0,28       | 15,6  | 19,3         | 16,8              |
| ГГ-35г     | 31.07.2020   | 14,71                  | 2,78         | 1,26       | 45,3  | 39,5         | 41,8              |
| ГГ-36г     | 07.08.2020   | 10,35                  | 10,16        | 1,07       | 10,5  | 19,9         | 6,5               |

Результаты опытно-фильтрационных работ представлены в приложении Г. Обработка откачек в соответствии с методиками [8, 22, 28]. Наиболее представительные откачки получены по скважинам №№35г и 36г. В следующем разделе проведем анализ обработки данных по этим скважинам.

#### **3.4.2. Анализ графиков временного прослеживания по скважинам**

Включение гидрогеологических работ в состав поисковых, зачастую, сопряжено с условием постановки опытно-фильтрационных работ в геологические скважины. Таким образом, технические условия проведения гидрогеологических работ зависят от геологического задания и могут быть

ограничены во времени. Тем более на ранних стадиях поисков, гидрогеологическим работам уделяется внимания в меньшей степени. В созданных технических условиях, которые были предоставлены для проведения ОФР на изначально геологических скважинах, довольно трудно получить идеальные кривые на графиках временного прослеживания. Однако и в том виде их можно анализировать.

На рисунках 3.5 и 3.6 представлены графики временного прослеживания по скважинам 2ГГ и 35Г.

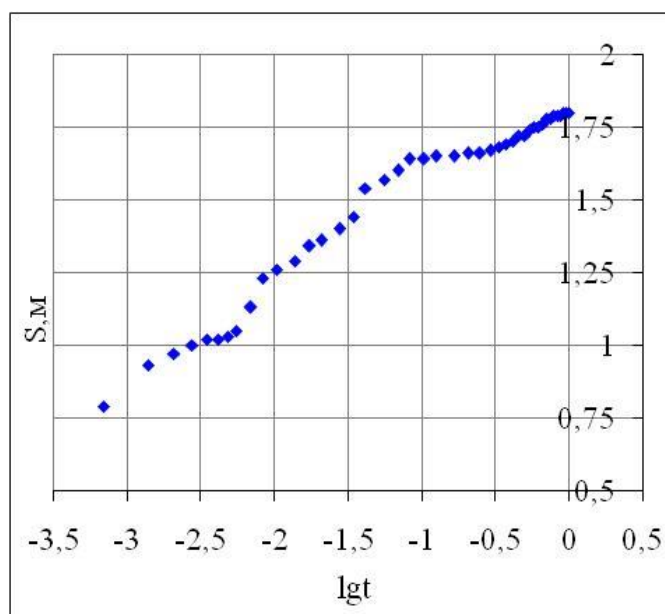


Рисунок 3.5 – График зависимости понижения от логарифма времени по скважине №2ГГ

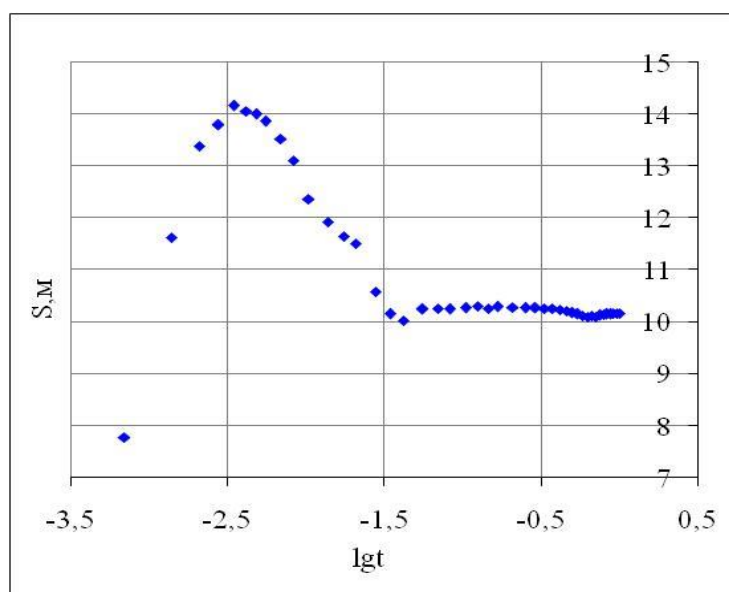


Рисунок 3.6 – График зависимости понижения от логарифма времени по скважине №35г

Если рассматривать график временного прослеживания по скважине №2ГГ, наблюдается неравномерно снижение уровня во время откачки, всё равно в течении всех суток понижение постоянно росло и можно схематизировать условия как неограниченный пласт. Необходимо отметить, что дебит откачки был постоянным на протяжении всего периода испытания. Откачка была проведена в течении 1 суток, таким образом, возможно сложилась такая ситуация, при которой за это время депрессионная воронка не достигла границы.

Если рассматривать график временного прослеживания по скважине №35г можно отметить, что уровень сначала падал более резко. Далее, по-видимому, произошла разколматация стенок скважины, с визуальной фиксацией помутнения откачиваемой воды из скважины, которая длилась в течении нескольких минут. После чего водоприток в скважину увеличился, что наблюдается по повышению динамического уровня воды в скважине при практически неизменном дебите. Итогом стало то, что стационарный режим был достигнут не при понижении уровня и выходом на стационарный, а при повышении уровня при откачке с практически постоянным дебитом.

По заключительной фазе изменения понижения во времени, можно судить о достижении питающей границы, которой могут служить разломы, оконтуривающие месторасположение скважины (Приложение Б). Это может означать питающую роль данных разломов. Что является важной информацией для будущей схематизации условий при моделировании водопритоков.

### **3.5. Карта-схема гидроизогипс Печищенской площади**

С целью уточнения направления потока подземных вод на участке Печищенской площади были построены гидроизогипсы. Данная информация



может служить основанием для выявления локальных участков зон питания и разгрузки подземных вод.

Автором было выполнено построение пьезометрической поверхности с использованием программного обеспечения ArcGIS с соответствующими модулями. Для достоверности в процессе построения были исключены разовые замеры по геологическим скважинам, так как при бурении с раствором может происходить кольятация стенок. Это может привести к тому, что уровни подземных вод в данных скважинах не будут соответствовать реальной пьезометрической поверхности. Для построения поверхности подземных вод использованы абсолютные отметки родников, а также данные по статическим уровням по скважинам в которых были проведены гидрогеологические работы.

Исходные данные для вычисления гидроизогипс представлены в таблице 3.2. С учетом количества исходных данных, было принято решение по детализации с шагом в 10 м (рисунок 3.7). Полученные гидроизогипсы хорошо коррелирует с рельефом местности на данной территории, выходя на поверхность в наблюдаемых зонах разгрузки подземных вод. Данная созданная гидродинамическая основа отражает направление потоков подземных вод, основные направления разгрузки – озеро Малое и р. В. Печище в нижнем течении. Что также соответствует и региональному направлению потока подземных вод с юго-запада (Восточной склон Кузнецкого Алатау) к северо-востоку (Минусинская впадина).



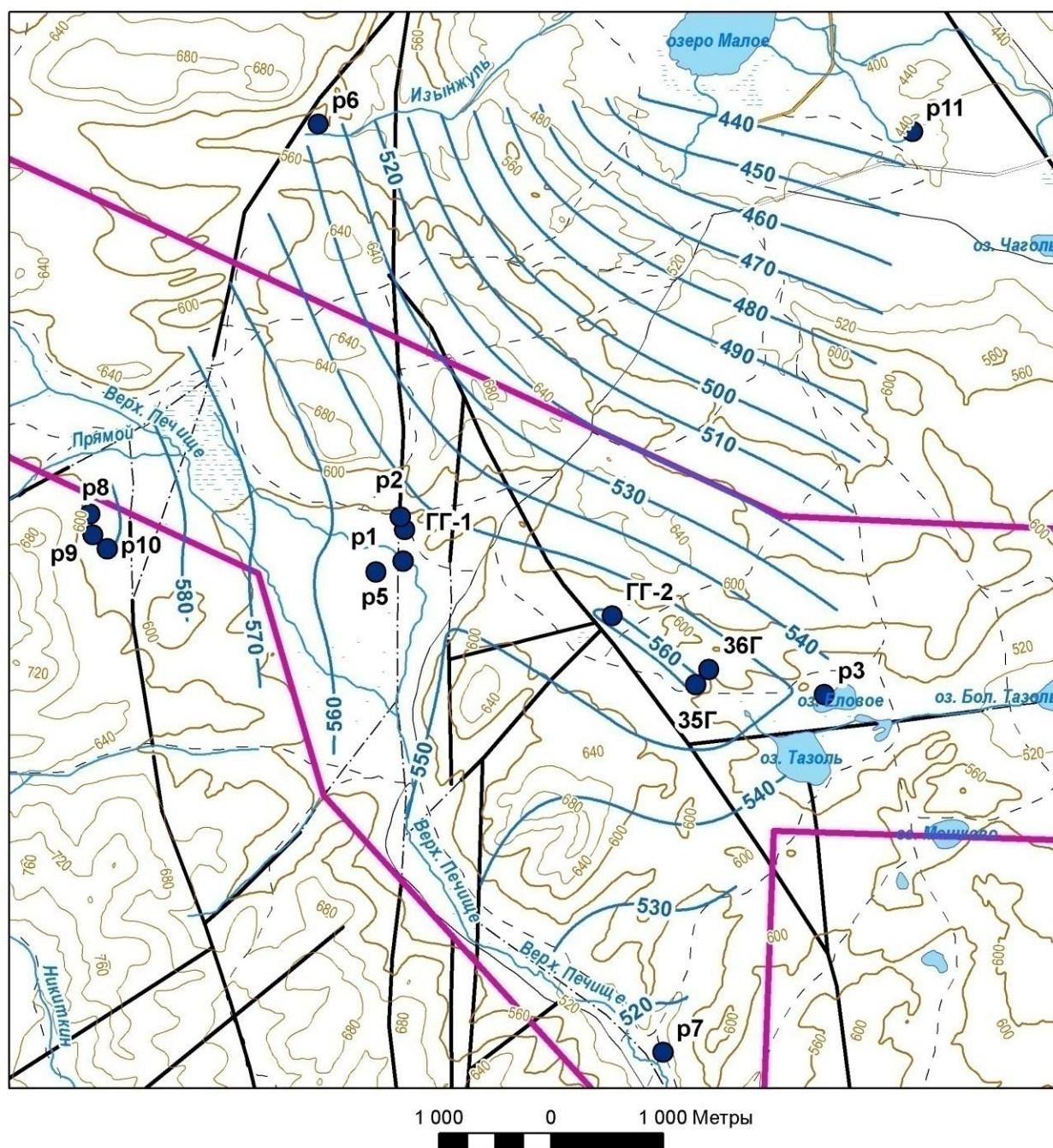


Рисунок 3.6 – Карта-схема гидроизогисп Печищенской площади

Таблица 3.2 – Данные для построения пьезометрической поверхности

| № п/п | № скважины/<br>родника | Абсолютная<br>отметка устья/<br>выхода, м | Уровень<br>подземных вод,<br>м | Абсолютная отметка<br>уровня подземных вод, м |
|-------|------------------------|---|--------------------------------|---|
| 1     | 1ГГ                    | 557                                       | 6,45                           | 550,55  |
| 2     | p5                     | 550                                       | 0                              | 550   |
| 3     | p6                     | 540                                       | 0                              | 540   |
| 4     | p2                     | 554                                       | 0                              | 554   |
| 5     | p1                     | 555                                       | 0                              | 555   |
| 6     | p3                     | 547                                       | 0                              | 547   |
| 7     | p7                     | 521,9                                     | 0                              | 521,9   |
| 8     | p8                     | 606,9                                     | 0                              | 606,9   |
| 9     | p9                     | 611,1                                     | 0                              | 611,1   |
| 10    | p10                    | 610                                       | 0                              | 610   |
| 11    | p11                    | 463                                       | 0                              | 463   |
| 12    | 2ГГ                    | 581,2                                     | 20,16                          | 561,04  |
| 13    | 35г                    | 575,96                                    | 14,71                          | 561,25  |
| 14    | 36г                    | 568,31                                    | 10,35                          | 557,96  |

### 3.6. Результаты гидрогеохимического опробования

В процессе полевых работ, проведенных в период с 2018 по 2020 гг. на Печищенской площади, был выполнен отбор подземных и поверхностных вод по родникам, гидрогеологическим скважинам, рекам и озерам. Всего было выполнено 23 опробований природных вод. В целом отмечается, что в пределах девонского комплекса состав вод неоднороден [45].

Пробы на общий химический анализ, на определение содержания микроэлементов были направлены в аккредитованные лаборатории. Далее были получены результаты в виде протоколов химических анализов. Общая таблица определения химического состава вод представлена в приложении В.

Следующим этапом был выполнен анализ химического состава подземных вод по двум направлениям, как для выявления аномальных значений для данной территории в целях гидрогеохимических поисков, так и сравнение показателей подземных вод с нормативами для питьевых вод, для целей выбора оптимального источника водоснабжения.

Подземные воды по химическому составу гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные, в основном, магниевые-кальциевые. Исключение составляет скважина №35г, где минерализация составляет

1,3 г/дм<sup>3</sup>, в основном, за счет преобладания сульфат-ионов, тип вод – гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые.

Анализ химического состава подземных вод позволил установить закономерность в повышении содержания стронция и молибдена одновременно в одних и тех же пробах воды (родник №1, скважины №№35г и 36г) и выделить 2 группы источников, отличающихся по содержанию этих элементов (Таблица 3.3). В таблицу 3.3 вошли не все проанализированные пробы и элементы. Для таблицы выбраны те пробы и отображены те элементы, которые представляют наибольший интерес, с точки зрения гидрогеохимических поисков. К первой группе (выделены в таблице курсивом) отнесены подземные воды с повышенными содержаниями стронция и молибдена: родник №1, скважины №№35г и 36г, ко второй все остальные. Также необходимо отметить, что химический состав подземных вод второй группы в пределах месторождения в целом сопоставим с химическим составом поверхностных вод.

Таблица 3.3 – Химический состав подземных вод (выборочные пробы и элементы)

| № Т.Н.               | рН  | Ж.,<br>°Ж | SO <sub>4</sub> ,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Fe,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Sr,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Mo,<br>мкг/дм <sup>3</sup> | Cu,<br>мкг/дм <sup>3</sup> | Формула Курлова   |
|----------------------|-----|-----------|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| Родник<br>№5         | 7,5 | 5,6       | <b>93,7</b>                             | 0,08                      | -                         | <1,0                       | 4,0                        | М 0,48 $\frac{\text{HCO}_3 \ 56 \ \text{SO}_4 \ 30}{\text{Ca} \ 49 \ \text{Mg} \ 37}$ |
| Родник<br>№6         | 7,3 | 7,1       | <b>120,0</b>                            | <0,05                     | 2,1                       | <1,0                       | 33,0                       | М 0,55 $\frac{\text{HCO}_3 \ 60 \ \text{SO}_4 \ 33}{\text{Mg} \ 47 \ \text{Ca} \ 46}$ |
| Родник<br>№7         | 7,6 | 4,6       | 30,0                                    | <0,05                     | -                         | <1,0                       | 2,5                        | М 0,38 $\frac{\text{HCO}_3 \ 75}{\text{Ca} \ 54 \ \text{Mg} \ 37}$                    |
| Родник<br>№8         | 7,9 | 3,0       | <10,0                                   | 0,12                      | 0,7                       | <1,0                       | <1,0                       | М 0,28 $\frac{\text{HCO}_3 \ 83}{\text{Ca} \ 51 \ \text{Mg} \ 32}$                    |
| Родник<br>№9         | 8   | 3,4       | <10,0                                   | <0,05                     | 0,9                       | 1,3                        | 2,0                        | М 0,29 $\frac{\text{HCO}_3 \ 78}{\text{Ca} \ 60 \ \text{Mg} \ 28}$                    |
| Родник<br>№11        | 7,9 | 7,8       | <b>120,0</b>                            | 0,38                      | 2,3                       | 6,4                        | 1,5                        | М 0,69 $\frac{\text{HCO}_3 \ 64 \ \text{SO}_4 \ 26}{\text{Mg} \ 44 \ \text{Ca} \ 38}$ |
| скв.<br>№2ГГ         | 7,6 | 5,3       | 21,4                                    | 0,27                      | -                         | <1,0                       | 6,5                        | М 0,43 $\frac{\text{HCO}_3 \ 86}{\text{Ca} \ 62 \ \text{Mg} \ 33}$                    |
| <i>Родник<br/>№1</i> | 7,6 | 5,9       | 63,0                                    | 0,1                       | <b>19,0</b>               | <b>34,0</b>                | 7,0                        | М 0,56 $\frac{\text{HCO}_3 \ 74}{\text{Ca} \ 45 \ \text{Mg} \ 36}$                    |
| <i>скв.<br/>№35г</i> | 7,4 | 17,3      | <b>615,0</b>                            | 0,14                      | <b>20,0</b>               | <b>18,0</b>                | <1,0                       | М 1,29 $\frac{\text{SO}_4 \ 69 \ \text{HCO}_3 \ 25}{\text{Ca} \ 83}$                  |
| <i>скв.<br/>№36г</i> | 7,6 | 5,3       | 56,0                                    | 0,30                      | <b>14,0</b>               | <b>16,0</b>                | 9,7                        | М 0,46 $\frac{\text{HCO}_3 \ 74}{\text{Ca} \ 56 \ \text{Mg} \ 30}$                    |

Примечание: жирным шрифтом выделены аномальные содержания (относительно фона).

Анализируя химический состав вод с позиции гидрогеохимических поисков, во-первых, хочется отметить, что по поверхностным водам явных аномалий выявлено не было, а во-вторых, обращая внимание на подземные воды, хочется отметить отличающийся химический состав воды со скважины №35г. В ней отмечено повышенное содержание сульфатов, что является одним из поисковых признаков наличия орудинения (что также и подтверждено другими видами работ). Однако так как такие аномалии выявляются локально, говорить пока о получении площадной картины по аномалиям на данном этапе преждевременно. Требуется проведение большего количества опробования на данной территории с целью доизучения объекта исследования.

Далее рассмотрим химический состав подземных вод с точки зрения использования воды для водоснабжения. Для этого было выполнено усреднение показателей по всем отобранным пробам по каждому из гидрогеологических подразделений. Результаты усреднения представлены в таблице 3.4.

Как видно таблицы 3.4 большинство показателей соответствуют гигиеническим нормативам [25]. Однако необходимо отметить, что по содержанию стронция при расчете среднего были исключены аномальные значения. Как видно из таблицы, наиболее распространена и поэтому опробована на территории водоносная эмская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород, также она по всем показателям соответствует нормативам.

Как указывалось выше, при усреднении компонентов подземных вод, аномальные содержания стронция не были учтены при расчете средних значений. Таким образом, необходимо рассмотреть химический состав по отдельным пробам по водоносной эмской зоне, в том числе и с аномальными значениями. Соответствующие показатели отражены в таблице 3.5.

Таблица 3.4 – Усредненный химический состав подземных вод по гидрогеологическим подразделениям

| Показатель                             | ГН   | D <sub>1e</sub>                             | D <sub>1-2e-ef</sub> | D <sub>2gv</sub> | D <sub>3f-fm</sub>                   |
|--|------|---|----------------------|------------------|--------------------------------------|
|  |      | Средние значения                            |                      |                  |                                      |
| Уровень pH                             | 6-9  | 7,6   | 7,8                  | 7,3              | 7,4                                  |
| Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>      | 1000 | 398,4                                       | 439,5                | 410              | 418                                  |
| SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>   | 500  | 136,4                                       | 88                   | 120              | 100                                  |
| NO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>   | 45   | 2,6   | 2,7                  | 2,6              | 6,54                                 |
| NO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>   | 3    | 0,04  | 0,1                  | 0,02             | 0,05                                 |
| Жесткость, °Ж                          | 7    | 6,3   | 6,5                  | <b>7,1</b>       | 5,8                                  |
| Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup> | 0,3  | 0,16  | <b>0,35</b>          | <0,050           | <0,050                               |
| Al, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,5  | 0,059                                       | 0,44                 | <0,020           | 0,026                                |
| Mn, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,1  | 0,012                                       | 0,02                 | <0,0020          | 0,0025                               |
| Zn, мг/дм <sup>3</sup>                 | 5    | 0,06  | 0,05                 | <0,0050          | 0,77                                 |
| Cu, мг/дм <sup>3</sup>                 | 1    | 0,010                                       | 0,006                | 0,033            | 0,0047                               |
| Sr, мг/дм <sup>3</sup>                 | 7    | 2,36*                                       | 2,31*                | 2,08             | 3,52                                 |
| Pb, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,03 | 0,003                                       | 0,002                | 0,003            | <0,0020                              |
| Mo, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,25 | 0,015                                       | 0,011                | <0,0010          | 0,0033                               |
| Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>      | 0,1  | 0,007                                       | <0,005               | <0,005           | <0,005                               |
| Цветность, градус                      | 20   | 14,9  | 17,5                 | 3,1              | 2,1                                  |
| Фториды, мг/дм <sup>3</sup>            | 1,5  | 0,47  | 0,44                 | 0,53             | 0,37                                 |
| Опробование                            |      | Скв. 35г, 1ГГ, 2ГГ. Родники №№1, 5, 7, 8, 9 | Скв. 36г. Родник №11 | Родник №6        | Скв. №22 в с. Малое озеро. Родник №4 |

\* примечание: аномальные значения не учтены в средних значениях, жирным выделены значения, превышающие гигиенический норматив.

Как видно из таблицы, по пробам воды по скважинам №№35г и 36г и роднику №1 встречаются содержания являющимися аномальными для водоносной эмской зоны на остальной территории. Также эти значения превышают предельные допустимые концентрации, установленные гигиеническим нормативом для питьевых вод. Это может быть связано как с приуроченностью их к зонам разломов, а также и наличие зоны оруденения вблизи данной скважины или родника.

Таблица 3.5 – Химический состав подземных вод водоносной эмской зоны по различным пунктам наблюдения

| Год отбора | Показатель | pH  | M, мг/дм <sup>3</sup> | SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup> | Жесткость, °Ж | Fe, мг/дм <sup>3</sup> | Sr, мг/дм <sup>3</sup> | ВГ              |
|------------|------------|-----|-----------------------|--------------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-----------------|
|            | ГН         | 6-9 | 1000                  | 500                                  | 7             | 0,3                    | 7                      |                 |
| 2020       | скв. №2ГГ  | 7,6 | 296                   | 21,4                                 | 5,3           | 0,27                   | -                      | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | родник №5  | 7,5 | 415                   | 93,7                                 | 5,6           | 0,08                   | -                      | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | родник №7  | 7,6 | 271                   | 30,0                                 | 4,6           | <0,05                  | -                      | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | скв. №35Г  | 7,4 | <b>1160</b>           | <b>615,0</b>                         | <b>17,3</b>   | 0,14                   | <b>20,0</b>            | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | скв. №36Г  | 7,6 | 366                   | 56,0                                 | 5,3           | <b>0,32</b>            | <b>14,0</b>            | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | родник №8  | 7,9 | 206                   | <10,0                                | 3,0           | 0,12                   | 0,7                    | D <sub>1e</sub> |
| 2020       | родник №9  | 8,0 | 218                   | <10,0                                | 3,4           | <0,05                  | 0,9                    | D <sub>1e</sub> |
| 2019       | родник №1  | 7,6 | 407                   | 63,0                                 | 5,9           | 0,10                   | <b>19,0</b>            | D <sub>1e</sub> |
| 2019       | родник №5  | 7,4 | 270                   | 20,8                                 | 5,2           | <0,05                  | 2,1                    | D <sub>1e</sub> |

Примечание: жирным шрифтом выделены значения, превышающие гигиенический норматив

По результатам химических анализов проб воды, которые были отобраны в процессе работ на Печищенской площади в период с 2018 по 2020 гг., можно дать рекомендации по использованию для питьевого водоснабжения подземных вод, относящихся к двум гидрогеологическим подразделениям. Наиболее оптимальными источниками для водоснабжения являются подземные воды водоносных эмской и франско-фаменской зон экзогенной трещиноватости терригенных пород. При этом необходимо обратить внимание на локализацию будущего водозабора на территории участка работ, так как вблизи тектонических нарушений и рудных тел, возможно появление химических элементов, содержания которых будет превышать допустимые концентрации для питьевых вод.

### 3.7. Цифровая модель рельефа

Для создания цифровой модели рельефа, в качестве исходных данных были получены спутниковые снимки с пространственным разрешением в 1 угловую секунду миссии SRTM [6]. Их обработка и анализ осуществлялись с использованием функциональных возможностей модуля пространственного анализа программного обеспечения ArcGIS 10.6.



Для обработки были получены 4 снимка размером градус на градус. С помощью встроенного функционала в ПО ArcGIS 10.6 снимки были собраны в одно общее растровое изображение для последующей обработки его в целом. Дальнейшая обработка проводилась по двум направлениям.

Первое направление это визуализация поверхности рельефа и высотных отметок данной территории. Для этого к растровому изображению SRTM применяется инструмент «Изолинии», а затем по построенным изолиниям рельефа, была построена TIN поверхность. TIN – поверхность построенная на основе вершин, методом нерегулярной триангуляционной сети. Построение TIN поверхности позволяет визуализировать цифровую модель рельефа в трехмерном виде в приложении ArcScene. Результаты обработки представлены на рисунке 3.7.

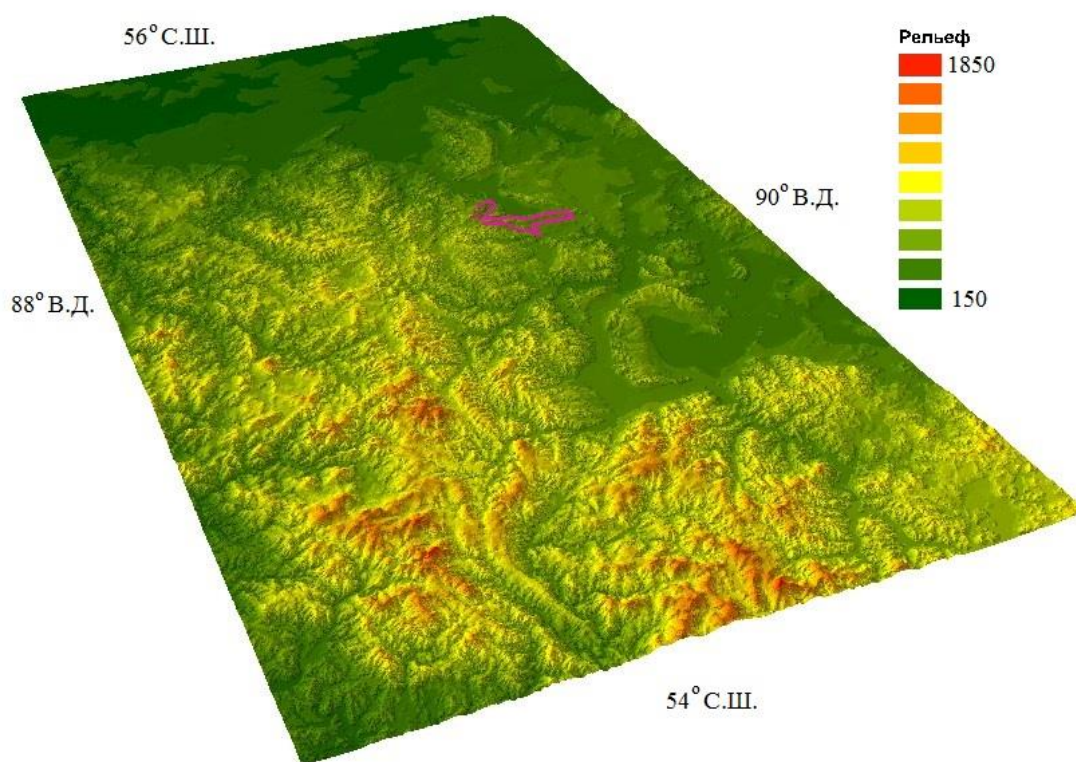


Рисунок 3.7 – Визуализация цифровой модели рельефа

Далее из общей цифровой модели была вырезана часть на исследуемый участок. Полученная цифровая модель рельефа локального участка Печищенской площади позволила выполнить сопоставление поверхности рельефа с пьезометрической поверхностью на участке

детальных работ. Результаты их трехмерного отображения представлены на рисунке 3.8.

На рисунке 3.8 отображены цифровая модель рельефа и пьезометрическая поверхность. Для наглядности рельеф отображается с прозрачностью 30%. Таким образом, можно наблюдать ярко синие области, выходящие над поверхностью рельефа, которые соотносятся с местами предполагаемых разгрузок ПВ. Данные зоны на участке работ можно использовать для поиска выходов подземных вод. Затемненный участок на рельефе означает, что в данной области подземные воды находятся ниже уровня рельефа.

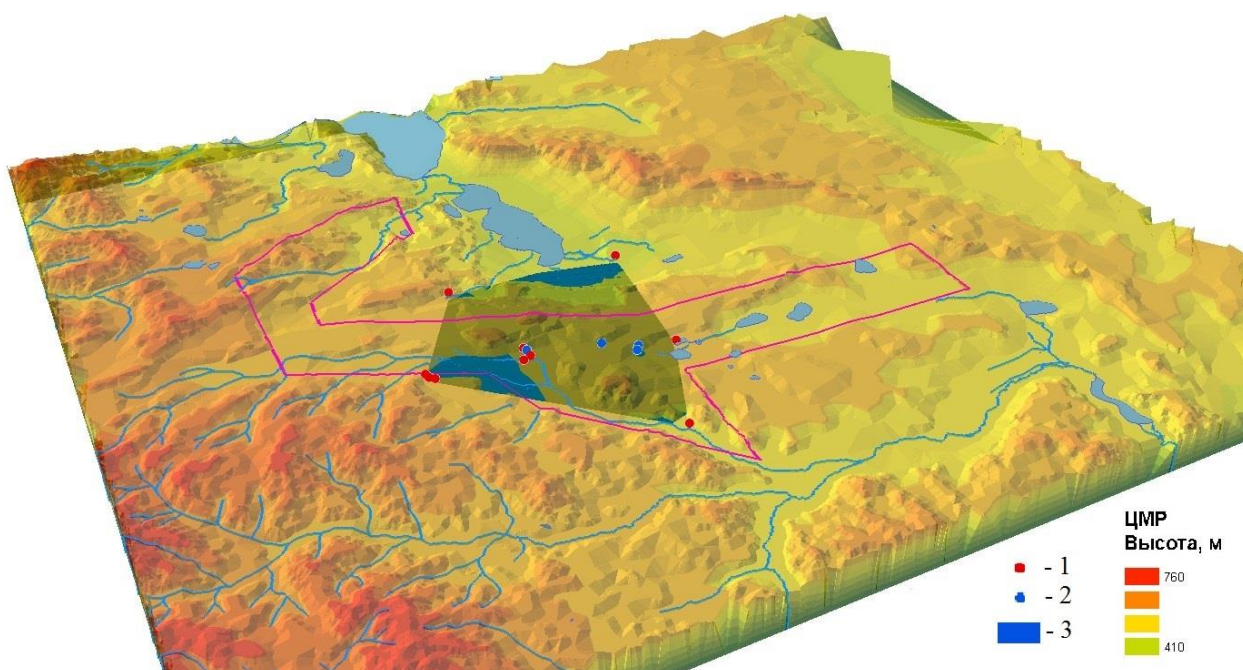


Рисунок 3.8 – Визуализация цифровой модели рельефа участка работ  
1 – родники; 2 – скважины; 3 – пьезометрическая поверхность.

Второе направление это, используя встроенный пакет анализа «Гидрология» моделирование речной сети на основе анализа рельефа. Для этого необходимо применить несколько инструментов пакет анализа «Гидрология». Первым шагом обработки цифровой модели рельефа являлась ликвидация локальных понижений, так называемых бессточных областей с помощью инструмента «Заполнение». Далее было необходимо рассчитать растр, который указывает направление потока для каждой ячейки. Это было



сделано при помощи инструмента «Направление стока». Чтобы создать саму сеть водотоков был использован инструмент «Суммарный сток», который вычисляет количество ячеек верх по склону, которые впадают в данную ячейку.

Следующий шаг является одним из самых важных в моделировании речной сети. Так как необходимо определиться с минимальной площадью водосборного бассейна, в пределах которого происходит формирование водотока, так чтобы мы могли считать такой водоток достоверным.

Для того чтобы определиться с числом втекающих ячеек с которого в данном месте будет начинаться водоток, было построено несколько речных сетей используя минимальное количество ячеек для определения водотока в пределах от 300 до 1000 ячеек. Всего было построено 3 варианта речной сети при 300, 500 и 1000 ячейках. Затем речная сеть по каждому из вариантов сравнивалась с топографической картой на данную территорию, и был выбран оптимальный вариант – 500 ячеек. При сравнении полученной речной сети с топокартой отмечалось как наличие смоделированных водотоков на карте, так и порядок самых крупных рек в области моделирования.

Затем была произведена идентификация водотоков, и получен растр, который содержит отдельные фрагменты речной сети.

Далее была выполнена классификация речной сети с помощью инструмента «Порядок водотоков». Для классификации был выбран метод «Strahler». Суть метода заключается в том, что одиночному водотоку, который стекает первым с какого-то локального участка, присваивается первый порядок водотока. Затем если такой водоток сливается еще с одним таким же водотоком, то они образуют новый водоток уже второго порядка. Последующие водотоки первого порядка, впадающие в водотоки более высоких порядков, просто вливаются в них, не изменяя порядка. Это происходит до тех пор, пока не стекаются в одной ячейке два водотока

второго (третьего, четвертого, пятого и так далее) порядков и образуют водоток на порядок выше.

После классификации полученный растр преобразовывали в векторную форму, в которой уже каждый водоток рассматривается как отдельный объект со своим значением порядка. Для этого применялся такой инструмент как «Водоток в пространственный объект» (рисунок 3.9).

Полученный векторный слой с классифицированными водотоками, использовался в дальнейшем для построения базисных поверхностей. Результаты отражены в следующем разделе.

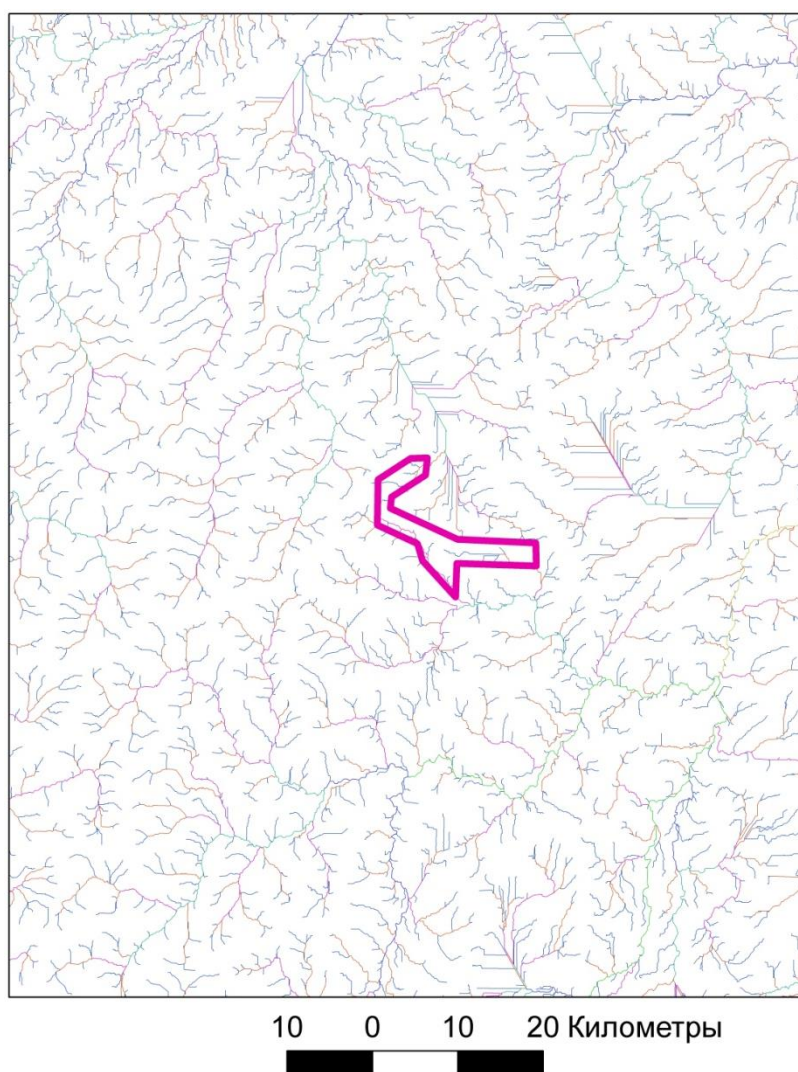


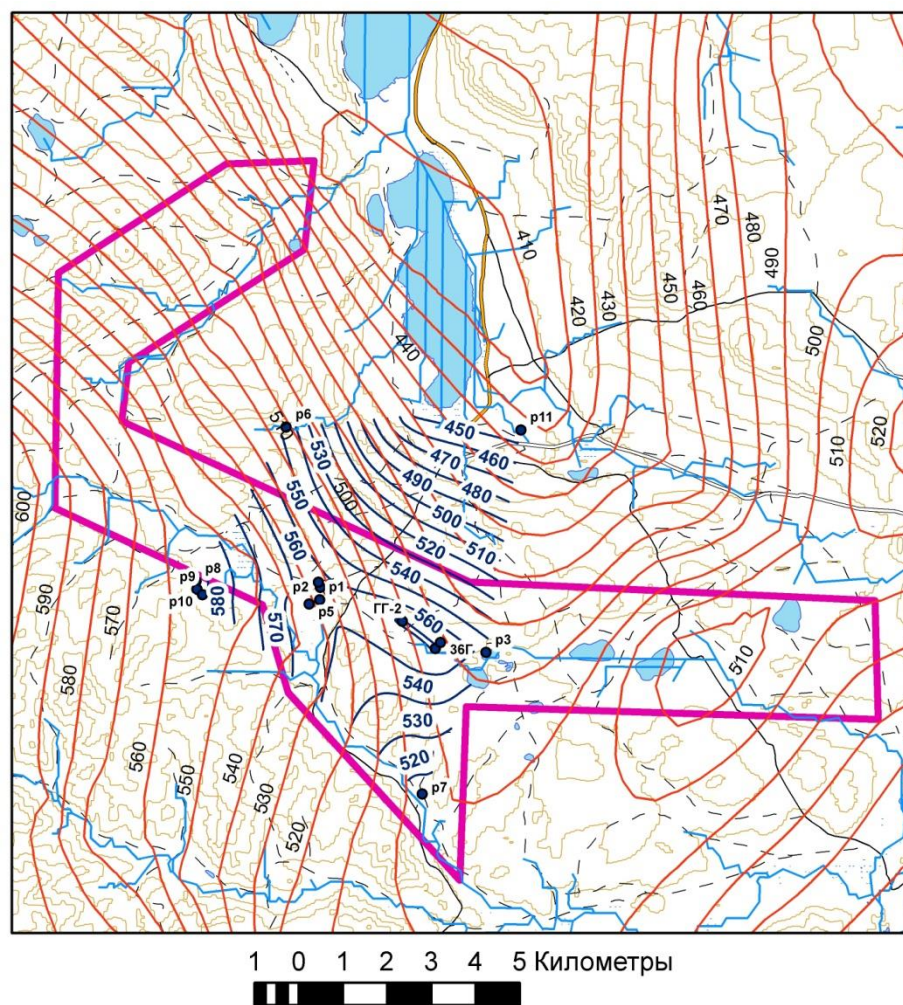
Рисунок 3.9 – Результат моделирования речной сети

### **3.8. Построение базисных поверхностей**

Так как в процессе работ отсутствует возможность закрыть сеткой гидрогеологических скважин всю лицензионную площадь, а также и прилегающую территорию. Дальнейшие исследования направлены на составлении базовых поверхностей различных порядков, соотнесения их с имеющимися гидроизогипсами, выбора наиболее подходящего порядка и расширения карты гидроизогипс на прилегающую территорию.

Данная методика основана на моделировании речной сети, с последующим выделении на реках разных порядков предполагаемых зон разгрузки подземных вод, и затем построении гидроизогипс по равным отметкам. В данной работе методика и результаты этого вида исследования подробно приводиться не будут, так как является одной из задач будущих исследований.

На рисунке 3.10 представлен фрагмент базисной поверхности второго порядка. В целом направления и отметки уровней подземных вод сопоставимы с полученными гидроизогипсами.



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| ● Родник, Скважина                              | — Шоссе                       |
| — Гидроизогипсы и их абс. отм. м                | — Улучшенная грунтовая        |
| — Гироизогипсы (Базисная поверхность 2 порядка) | — Грунтовая                   |
| — Изолинии рельефа по SRTM                      | - - - Полевая и лесная        |
| — Реки  | ----- Тропы                   |
| — Озера   | □ Контур лицензионной площади |
| — Болота  |                               |

Рисунок 3.10 – Гидроизогипсы построенные по базисной поверхности второго порядка

Данная работа посвящена изучению гидрогеохимических и гидрогеологических условий Печищенской площади для поиска оптимального источника водоснабжения. В современном мире оценка

ресурсов, запасов и качества подземных вод необходимы в связи с потребностью снабжения, как населения, так и промышленных объектов питьевыми и техническими водами. Также большое влияние оказывает и последующее развитие данной территории, если будет производиться разработка данного месторождения. Таким образом, основным потребителем воды на данной территории и станет «карьер».

С ростом разрабатываемых площадей будет расти и водопотребление. Добыча подземных вод на сегодняшний день на территории Печищенской площади отсутствуют, так как сейчас месторождение в поисково-разведочной стадии. Ранее, когда данная территория использовалась для выпаса скота, водоснабжение осуществлялось с рек, ручьев, родников и колодцев. Такие источники водоснабжения не являются надежными, как в плане качества воды, так и по необходимым запасам.

Анализ гидрогеохимических и гидрогеологических условий Печищенской площади позволит оценить возможность организации водоснабжения с использованием подземных вод.

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результаты сегментирования представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования рынка используемого программного обеспечения

|                        |             | Тип используемого ПО |      |         |
|------------------------|-------------|----------------------|------|---------|
|                        |             | ArcGIS               | QGIS | HBV     |
| Профессия исполнителей | Гидрогеолог |                      |      |         |
|                        | Геолог      |                      |      |         |
|                        | Гидролог    |                      |      |         |
|                        |             | Фирма 1              |      | Фирма 2 |



Таким образом, наиболее эффективно продвижение использования ПО ArcGIS среди гидрогеологов.

#### **4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и был проведен с помощью оценочной карты, приведенной в табл 4.2.

Данное исследование проводится с помощью программного обеспечения ArcGIS, однако это не единственный пакет программ, позволяющий реализовать поставленные цели и задачи. Так, основными конкурентами являются ПО QGIS (конкурент-аналог 1) и гидрологическое моделирование HBV (конкурент-аналог 2).

ПО ArcGIS отличается от конкурентного пакета QGIS удобным интерфейсом программы, а также рядом решаемых задач относительно картографии, моделирования и управления данными. Также немаловажны различия данных пакетов относительно проекций - QGIS поддерживает меньшее число проекций, что в итоге не дает возможности работать с определенной частью данных. Также существует проблема работы с данными в разных проекциях – если ПО ArcGIS замедляет темпы обработки, затрачивая время на автоматическое перепроецирование, но позволяет работать с данными в одном проектном документе, то в QGIS требует дополнительных трудозатрат на отдельное перепроецирование во избежание систематических сбоев работы программы.

Вторым программным продуктом, составляющим конкуренцию ПО ArcGIS, является программа моделирования гидрологического стока HBV, создающая модель водосбора, внутри которой преобразует осадки,

температуру воздуха и потенциальное суммарное испарение либо в снеготаяние, либо в сток или приток в водохранилище. Главным преимуществом модели HBV является относительная простота интерфейса. Однако в ходе решения задач исследования относительно ландшафтного районирования и геологии, возможностей данной программы недостаточно.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 4.2, подбирались, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки материалов будут являться: удобство в эксплуатации, затраты на производство, простота и скорость получения результатов (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки                                    | Вес критерия | Баллы          |                 |                 | Конкурентоспособность |                 |                 |
|--|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|  |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф1</sub>       | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| 1  | 2            | 3              | 4               | 5               | 6                     | 7               | 8               |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности   |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| Удобство в эксплуатации                            | 0,2          | 5              | 5               | 5               | 1                     | 1               | 1               |
| Надежность   | 0,15         | 5              | 4               | 5               | 0,75                  | 0,6             | 0,75            |
| Безопасность                                       | 0,15         | 5              | 4               | 4               | 0,75                  | 0,6             | 0,6             |
| Простота эксплуатации                              | 0,2          | 4              | 3               | 4               | 0,8                   | 0,6             | 0,8             |
| Экономические критерии оценки ресурсоэффективности |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| Конкурентоспособность продукта                     | 0,1          | 5              | 5               | 5               | 0,5                   | 0,5             | 0,5             |
| Предполагаемый срок эксплуатации                   | 0,1          | 5              | 4               | 5               | 0,5                   | 0,4             | 0,5             |
| Цена разработки                                    | 0,1          | 5              | 4               | 3               | 0,5                   | 0,4             | 0,3             |
| <b>Итого</b>                                       | <b>1</b>     | <b>33</b>      | <b>29</b>       | <b>31</b>       | <b>4,80</b>           | <b>4,10</b>     | <b>4,45</b>     |

Позиция разработки и конкурентов оценивалась по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 –наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны были составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определялся по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K –конкурентоспособность научной разработки или конкурента;



$B_i$ –вес показателя (в долях единицы);  $B_i$ –балл  $i$ -го показателя. Таким образом, конкурентноспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_{\phi} = 1+0,75+0,75+0,8+0,5+0,5+0,5=4,80 \quad (4.2)$$

$$K_{K1} = 1+0,6+0,6+0,6+0,5+0,4+0,4=4,1 \quad (4.3)$$

$$K_{K2} = 1+0,75+0,6+0,8+0,5+0,5+0,3=4,45 \quad (4.4)$$

#### 4.1.3. SWOT-анализ

SWOT (сильные и слабые стороны, возможности, угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT-анализа

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>С1. Результаты применимы для различных стадий отработки карьера.<br>С2. Наиболее полный пакет функций в одном программном комплексе.<br>С3. Более надежная работа программного обеспечения (комплекса) по сравнению с конкурентами.<br>С4. Более доступный и удобный интерфейс. | <b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>Сл1. Снижение достоверности результатов при низком уровне исходных данных<br>Сл2. Необходимость приобретения программного обеспечения.<br>Сл3. Необходимость обучения сотрудников<br>Сл4. Необходимость расширения клиентской базы. |
| <b>Возможности:</b><br>В1. Появления спроса со стороны недропользователей<br>В2. Отсутствие адекватных альтернативных источников водоснабжения<br>В3. Довольно слабый уровень конкуренции среди таких организаций | Адекватное исследование позволит создать систему водоснабжения, как технологических процессов, так и сотрудников карьера.  | Инновационные инфраструктуры ТПУ могут оказать помощь в финансировании проекта.   |
| <b>Угрозы:</b><br>У1. Повешение стоимости специального программного обеспечения.<br>У2. Увеличение налоговой нагрузки.<br>У3. Снижение стоимости с ростом конкуренции в будущем.                                  | При наличии исходных данных, затраты на разработку (поиск) источника водоснабжения – минимальны.   | Используемое программное обеспечение является разработкой иностранных фирм, возможно удорожание с ростом курса валют. Также возможный запрет на использование не отечественного ПО.   |

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты построения интерактивной матрицы проекта представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта

|                     | Сильные стороны проекта |      |      |      |      |
|---------------------|-------------------------|------|------|------|------|
|                     |                         | C1.  | C2.  | C3.  | C4.  |
| Возможности проекта | B1.                     | +    | -    | -    | -    |
|                     | B2.                     | +    | -    | -    | -    |
|                     | B3.                     | +    | +    | +    | +    |
|                     | Сильные стороны проекта |      |      |      |      |
|                     |                         | C1.  | C2.  | C3.  | C4.  |
| Угрозы              | У1.                     | -    | +    | +    | +    |
|                     | У2.                     | -    | +    | +    | +    |
|                     | У3.                     | +    | +    | +    | +    |
|                     | Слабые стороны проекта  |      |      |      |      |
|                     |                         | Сл1. | Сл2. | Сл3. | Сл4. |
| Возможности проекта | B1.                     | +    | +    | +    | -    |
|                     | B2.                     | -    | -    | -    | -    |
|                     | B3.                     | +    | -    | -    | -    |
|                     | Слабые стороны проекта  |      |      |      |      |
|                     |                         | Сл1. | Сл2. | Сл3. | Сл4. |
| Угрозы              | У1.                     | -    | +    | +    | -    |
|                     | У2.                     | -    | +    | +    | -    |
|                     | У3.                     | -    | +    | +    | -    |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие корреляцию между возможностями/угрозами и сильными/слабыми

сторонами и составить итоговую матрицу SWOT-анализа, которая представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Итоговая матрица SWOT-анализа

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>С1. Результаты применимы для различных стадий отработки карьера.<br>С2. Наиболее полный пакет функций в одном программном комплексе.<br>С3. Более надежная работа программного обеспечения (комплекса) по сравнению с конкурентами.<br>С4. Более доступный и удобный интерфейс. | <b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b><br>Сл1. Снижение достоверности результатов при низком уровне исходных данных<br>Сл2. Необходимость приобретения программного обеспечения.<br>Сл3. Необходимость обучения сотрудников<br>Сл4. Необходимость расширения клиентской базы. |
| <b>Возможности:</b><br>В1. Появления спроса со стороны недропользователей<br>В2. Отсутствие адекватных альтернативных источников водоснабжения<br>В3. Довольно слабый уровень конкуренции среди таких организаций | 1) Использовать полученные результаты, как основание для поиска новых заказчиков (В1С1);<br>2) Составить возможные варианты и схемы водоснабжения (В2С1);<br>3) Расширят спектр заказчиков увеличивая охват по рынку (В3С1С2С3С4).   | 1) Переход на использование другого программного обеспечения, переобучение сотрудников (В1С1С2С3);<br>2) Поиск профессиональных работников (В3С1).  |
| <b>Угрозы:</b><br>У1. Повешение стоимости специального программного обеспечения.<br>У2. Увеличение налоговой нагрузки.<br>У3. Снижение стоимости с ростом конкуренции в будущем.                                  | 1) Выполнение большего числа заказов, для окупаемости ПО (У1С2С3С4);<br>2) Выбор адекватной схемы налогообложения (У2С2С3С4);<br>3) Расширение спектра разрабатываемых услуг. (У3С1С2С3С4).  | 1) Изменение направления развития организации (У1С2С3);<br>2) Поиск новой ниши для предприятия (У3С2С3).  |

#### 4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения стадии жизненного цикла научной разработки необходимо оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить

уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Оценка степени готовности представлена в таблице 4.6.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (4.5)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Таблица 4.6 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

| № п/п | Наименование  | Степень проработанности научного проекта | Уровень имеющихся знаний у разработчика |
|-------|---|--|---|
| 1     | Определен имеющийся научно-технический задел                                      | 4  | 4                                       |
| 2     | Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела  | 4  | 4                                       |
| 3     | Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке         | 4  | 5                                       |
| 4     | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок   | 4  | 4                                       |
| 5     | Определены авторы и осуществлена охрана их прав                                   | 3  | 3                                       |
| 6     | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности                         | 2  | 2                                       |
| 7     | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта                                 | 2  | 2                                       |
| 8     | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки                        | 2  | 3                                       |
| 9     | Определены пути продвижения научной разработки на рынок                           | 3  | 3                                       |
| 10    | Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки                       | 2  | 2                                       |
| 11    | Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок    | 1  | 1                                       |
| 12    | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 1  | 1                                       |
| 13    | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки            | 2  | 2                                       |
| 14    | Имеется команда для коммерциализации научной разработки                           | 2  | 2                                       |
| 15    | Проработан механизм реализации научного проекта                                   | 2  | 3                                       |
|       | <b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>   | 38                                       | 41                                      |

Используя данные по таблице 4.6, получены итоговые баллы указанные внизу данной таблицы. Полученные баллы свидетельствуют о средней перспективности проекта.

#### **4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

В качестве метода коммерциализации выбирается инжиниринг, в связи с тем, что данный метод предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

Так как в данной работе идет разработка условий проектирования и возможности строительства водозабора подземных вод, путем изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий Печищенской площади. То конечный продукт, как раз и будет заключаться в инженерно-гидрогеологическом решении (услуге) для будущего карьера.

### **4.2. Инициация проекта**

#### **4.2.1. Цели и задачи исследования**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проект или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Заинтересованные стороны проекта

| <b>Заинтересованные стороны проекта</b>   | <b>Ожидания заинтересованных сторон</b>   |
|---|---|
| НИ ТПУ                                    | Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистов   |
| Разработчик проекта (магистрант)          | Разработка методики изучения гидрогеологических характеристик объекта с целью получения рекомендаций по организации водоснабжения предприятия |
| Будущий производственный комплекс карьера | Организация водоснабжения производства  |

Цель и задачи исследования представлены в таблице 4.8

Таблица 4.8– Цели и результаты проекта

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Цели проекта:                        | Изучение гидрогеохимических и гидрогеологических условий Печищенской площади  |
| Ожидаемые результаты проекта         | Результаты обработки данных по гидрогеохимическим и гидрогеологическим условиям, картографические материалы   |
| Критерии приемки результата проекта: | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение цифровой модели местности</li> <li>2. Построение гидроизогипсов</li> <li>3. Построение геологической карты</li> <li>4. Построение гидрогеологической карты</li> <li>5. Построение гидрографической сети</li> </ol> |
| Требования к результату проекта      | Требование:   |
|                                      | 1. Показать особенности химического состава поверхностных вод   |
|                                      | 2. Показать особенности химического состава подземных вод   |
|                                      | 3. Показать распространение пьезометрической поверхности и направление движения подземных вод   |
|                                      | 4. Показать особенности формирования стока относительно рельефа местности   |

#### 4.2.2. Структура работ в рамках научного исследования

##### Организационная структура проекта

Следующим шагом является определение следующих вопросов: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты. Данная информация представлена в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Рабочая группа проекта

| № п/п        | ФИО, основное место работы, должность                       | Роль в проекте                      | Функции  | Трудозатраты, час. |
|--------------|---|-------------------------------------|--|--------------------|
| 1            | Дутова Екатерина Матвеевна, ТПУ, ОГ, профессор, д.г.г.-м.н. | Научный руководитель                | Консультирование по выполнению разделов ВКР, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения. | 600                |
| 2            | Шеходанов Вячеслав Олегович, ТПУ, ИШПР, магистрант          | Исполнитель по проекту (магистрант) | Анализ литературных данных, анализ гидрогеохимических и гидрогеологических условий Печищенской площади         | 1600               |
| <b>ИТОГО</b> |   |                                     |  | 2200               |

#### 4.2.3. Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (табл. 4.10).

Таблица 4.10 – Ограничения проекта

| Фактор   | Ограничения  |
|--|--|
| 1. Бюджет проекта  | 500000 рублей  |
| 2. Источник финансирования                                 | НИТПУ  |
| 3. Сроки проекта   | 18.01.2021-31.05.2021  |
| 3.1 Фактическая дата утверждения плана управления проектом | 18.01.2021   |
| 3.2 Плановая дата завершения проекта                       | 31.05.2021   |
| 3.3 Прочие ограничения и допущения                         | Вовлеченность исполнителя (магистранта) в производственный процесс |

### 4.3. Планирование управления научно-техническим проектом

#### 4.3.1. Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 4.1 представлен шаблон иерархической структуры.

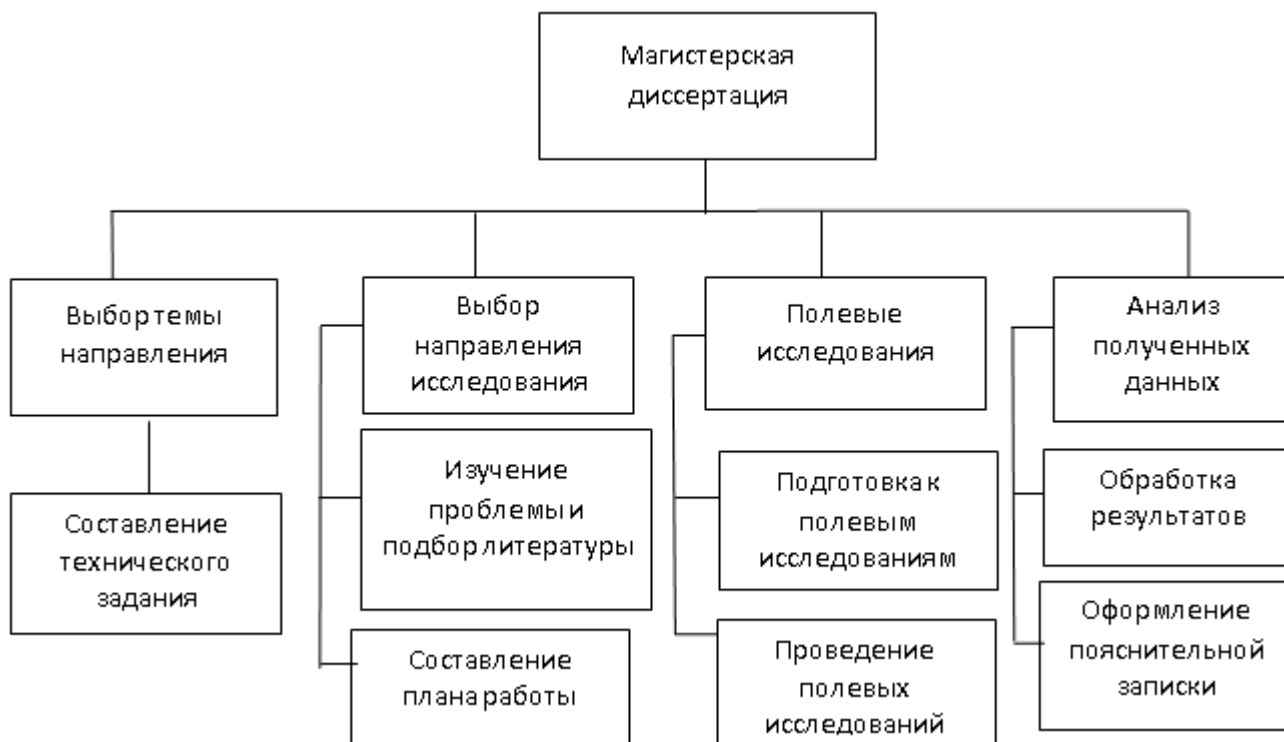


Рисунок 4.1 – Иерархическая структура по магистерской диссертации



### 4.3.2. План проекта

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма(рис. 4.2), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

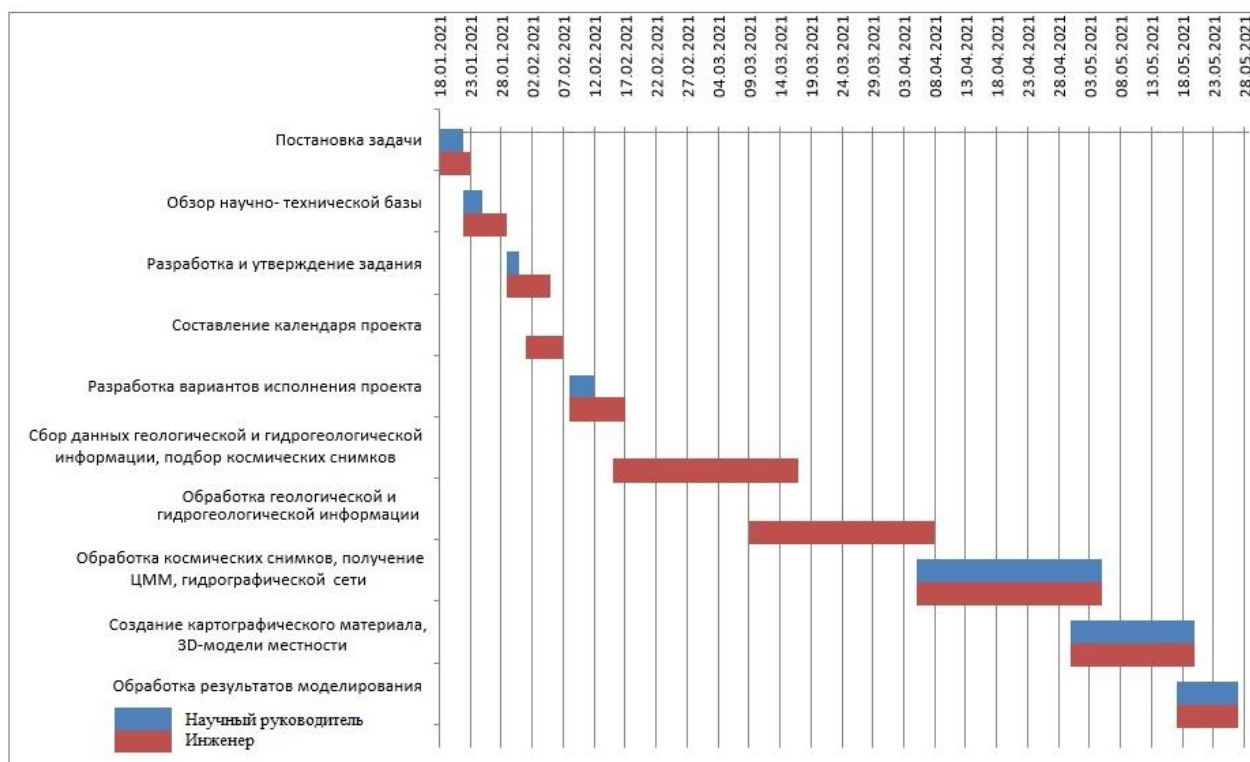


Рис. 4.2 – Диаграмма Ганта

### 4.4. Бюджет исследования

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 4.4.1. Материальные затраты

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 4.11. Транспортно-заготовительные расходы составляют 3-5%.

Таблица 4.11 – Материальные затраты

| Вид работ                     | Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов) | Специальное оборудование для научных работ |
|-------------------------------|--|--|
| Обработка данных<br>ПО ArcGIS | Персональный компьютер                           | ПО ArcGIS                                  |
| Подготовка отчета             | Канцелярия                                       | -  |

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Сырье, материалы и комплектующие изделия

| Наименование                                      | Единица измерения   | Количество | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб.  |
|---|---------------------|------------|-----------------------|--------------|
| Персональный компьютер<br>LenovoIdeaPadL340-15API | шт                  | 1          | 48000,0               | 48000,0      |
| Бумага для принтера<br>(формат А4, пачка)         | формат А4,<br>пачка | 2          | 250,0                 | 500          |
| Краска для принтерных<br>картриджей               | шт                  | 1          | 1000,0                | 1000,0       |
| Ручка шариковая                                   | шт                  | 1          | 50                    | 50           |
| Карандаш чертежный                                | шт                  | 2          | 50                    | 100          |
| Блокнот для записок                               | шт                  | 1          | 150                   | 150          |
| Всего за материалы                                |                     |            |                       | 49800        |
| Транспортно-заготовительные расходы (5%)          |                     |            |                       | 52290        |
| <b>Итого</b>                                      |                     |            |                       | <b>52290</b> |

#### Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Далее описаны все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме и занесены в таблицу 4.13.

Таблица 4.13 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

| № п/п        | Наименование оборудования      | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, руб. | Общая стоимость оборудования, руб. |
|--------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1            | Программное обеспечение ArcGIS | 1                          | 150000                          | 150000                             |
| <b>ИТОГО</b> |                                |                            |                                 | 150000                             |

#### 4.4.2. Основная заработная плата

В настоящий раздел включается основная заработная плата научных и инженерно–технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.6)$$

где  $Z_{осн}$ – основная заработная плата,  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}, \text{ где } Z_{осн} \text{– основная заработная плата, руб;}$$

$T_{раб}$  - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим сотрудником, раб. дн;

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м*М}}{F_{д}}, \quad (4.7)$$

Где  $Z_m$  - месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6–дневная неделя;

$F_d$  - действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.14 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Инженер |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    |              |         |
| – выходные дни                               | 52           | 52      |
| – праздничные дни                            | 14           | 14      |
| Потери рабочего времени                      |              |         |
| – отпуск                                     | 48           | 48      |
| – невыходы по болезни                        |              |         |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 251          | 251     |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (4.8)$$

где  $Z_b$  – базовый оклад, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Таким образом, основная заработная плата для:

Руководителя:

$$Z_{дн} = \frac{38000 \cdot 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = 1574,502 \cdot 44 = 69278,09 \text{ руб}$$

Инженера:

$$Z_{дн} = \frac{17000 \cdot 10,4}{251} = 704,3 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = 704,3 \cdot 120 = 84525,89 \text{ руб}$$

Таблица 4.15 – расчет основной заработной платы

| Исполнители  | Зб, руб  | k <sub>пр</sub> | k <sub>д</sub> | k <sub>р</sub> | F <sub>д, раб.</sub><br>дн. | З <sub>м</sub> | З <sub>дн</sub> | T <sub>р</sub> ,<br>раб.дн. | З <sub>осн</sub> , руб. |
|--------------|----------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| Руководитель | 29230,77 | -               | -              | 1,3            | 251                         | 38000          | 1574,5          | 44                          | 69278,09                |
| Инженер      | 13076,92 | -               | -              | 1,3            | 251                         | 17000          | 704,3           | 120                         | 84525,89                |

#### 4.4.3. Дополнительная заработная плата научного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

- Руководитель  $69278,09 \cdot 0,1 = 6927,81$  руб.
- Инженер:  $84525,89 \cdot 0,1 = 8452,58$  руб.

В таблице 4.16 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.16 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

| Заработная плата        | Руководитель | Инженер  |
|-------------------------|--------------|----------|
| Основная зарплата       | 69278,09     | 84525,89 |
| Дополнительная зарплата | 6927,81      | 8452,58  |
| Зарплата исполнителя    | 76205,90     | 92978,49 |
| Итого по разделу Сзп    | 169184,39    |          |

#### 4.4.4. Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) , \quad (4.9)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Раздел включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления на социальные нужды (ставка ТПУ - 30,2 %) приведены в таблице 4.17 и составили 51093,68 руб.

Таблица 4.17– Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель                                  | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель проекта                         | 69278,09                        | 6927,81                               |
| Инженер                                      | 84525,89                        | 8452,58                               |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 30,2%                           |                                       |
| <b>Сумма отчислений</b>                      | <b>51093,68руб</b>              |                                       |

#### 4.4.5. Накладные расходы

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 – 90 % от суммы основной заработной платы научного персонала данной научно–технической организации. Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении исследования. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = 0,16 * 169184,39 = 27069,5 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составили 27069,5 руб.

#### 4.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.18 – Общие затраты по статьям

| Затраты по статьям, руб. |  |  |                   |                                |                              |
|--------------------------|--|--|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Сырье, материалы         | Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | Основная и дополнительная заработная плата | Накладные расходы | Отчисления на социальные нужды | Итого плановая себестоимость |
| 52290                    | 150000   | 169184,39                                  | 27069,50          | 51093,68                       | 449637,46                    |
| 62748                    | 180000   | 203021,3                                   | 32483,4           | 61312,42                       | 539565                       |
| 78435                    | 225000   | 253776,6                                   | 40604,25          | 76640,52                       | 674456,2                     |

#### 4.4.7. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражающий требования к коммуникациям со стороны участников проекта представлен в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – План управления коммуникациями

| № п/п | Какая информация передается                                      | Кто передает информацию | Кому передается информация | Когда передает информацию                               |
|-------|--|-------------------------|----------------------------|---|
| 1     | Статус проекта   | Руководитель проекта    | Представителю заказчика    | Ежеквартально (первая декада квартала)                  |
| 2     | Информация о текущем состоянии научного проекта                  | Участники проекта       | Исполнителю проекта        | Еженедельно (пятница)                                   |
| 3     | Еженедельный отчет и информация о проведенных внештатных работах | Исполнитель проекта     | Руководителю проекта       | Не позже дня контрольного события по плану производства |

#### 4.4.8. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты (табл. 4.20).

Таблица 4.20– Реестр рисков

| № | Риск   | Потенциальное воздействие     | Вероятность наступления (1-5) | Влияние риска (1-5) | Уровень риска | Способы смягчения                        | Условия наступления  |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------|--|--|
| 1 | Выход из строя исследовательского оборудования | Задержка в выполнении и плана | 2                             | 3                   | средний       | Соблюдать правила эксплуатации и прибора | Человеческий фактор, износ заменяемых частей, заводской брак |

#### **4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности**

##### **4.5.1. Оценка абсолютной эффективности исследования**

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cashflow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

##### **4.5.2. Чистая текущая стоимость (NPV)**

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:



$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (4.10)$$

где:  $ЧДП_{опt}$  – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

$t$  – номер шага расчета ( $t = 0, 1, 2 \dots n$ )

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если  $NPV > 0$ , то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 4.21. При расчете рентабельность проекта составляла 10 %, норма амортизации- 10 %.

Таблица 4.21 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

| №  | Наименование показателей                           | Шаг расчета |          |          |          |          |
|----|--|-------------|----------|----------|----------|----------|
|    |  | 0           | 1        | 2        | 3        | 4        |
| 1  | Выручка от реализации, руб.                        | 0,0         | 494601,2 | 494601,2 | 494601,2 | 494601,2 |
| 2  | Итого приток, руб.                                 | 0,0         | 494601,2 | 494601,2 | 494601,2 | 494601,2 |
| 3  | Инвестиционные издержки, руб.                      | -449637,5   | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 0,0      |
| 4  | Операционные затраты, руб.                         | 0,0         | 81752    | 81752    | 81752    | 81752    |
| 5  | Налогооблагаемая прибыль, руб.                     | 0,0         | 367885,2 | 367885,2 | 367885,2 | 367885,2 |
| 6  | Налоги 20 %, руб.                                  | 0,0         | 73577,04 | 73577,04 | 73577,04 | 73577,04 |
| 7  | Итого отток, руб.                                  | -449637,5   | 155329   | 155329   | 155329   | 155329   |
| 8  | Чистая прибыль, руб.                               | 0,0         | 294353,1 | 294353,1 | 294353,1 | 294353,1 |
| 9  | Чистый денежный поток (ЧДП), руб.                  | -449637,5   | 331096,7 | 331096,7 | 331096,7 | 331096,7 |
| 10 | Коэффициент дисконтирования                        | 1,0         | 0,909    | 0,826    | 0,751    | 0,683    |
| 11 | Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. | -449637,5   | 300966,9 | 273485,9 | 248653,6 | 226139,0 |
| 12 | $\sum ЧДД$ , руб                                   | 1049245,4   |          |          |          |          |
| 13 | Итого NPV, руб.                                    | 599607,9    |          |          |          |          |

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$KD = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (4.11)$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 10 %;

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 599607,9 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

#### 4.5.3. Индекс доходности (PI)

**Индекс доходности (PI)** – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 \quad (4.12)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

Таким образом  $PI$  для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1049245,4}{449637,5} = 2,33$$

Так как  $PI=2,33>1$ , следовательно, проект эффективен

#### 4.5.4. Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой  $NPV$  обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или  $IRR$ . Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или  $NPV=0$ . По разности между  $IRR$  и ставкой дисконтирования  $i$  можно судить о запасе

экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования  $i$ , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t} \quad (4.13)$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 4.22 и на рисунке 4.3.

Таблица 4.22 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

| № | Наименование показателя                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | Сумма, руб. |
|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 1 | Чистые денежные потоки, руб.               | -449637,5 | 331096,7  | 331096,7  | 331096,7  | 331096,7  |             |
| 2 | Коэффициент дисконтирования                |           |           |           |           |           |             |
|   | 0,1  | 1         | 0,909     | 0,826     | 0,751     | 0,683     |             |
|   | 0,2  | 1         | 0,833     | 0,694     | 0,578     | 0,482     |             |
|   | 0,3  | 1         | 0,769     | 0,592     | 0,455     | 0,350     |             |
|   | 0,4  | 1         | 0,714     | 0,510     | 0,364     | 0,260     |             |
|   | 0,5  | 1         | 0,667     | 0,444     | 0,295     | 0,198     |             |
|   | 0,6  | 1         | 0,625     | 0,390     | 0,244     | 0,153     |             |
|   | 0,7  | 1         | 0,588     | 0,335     | 0,203     | 0,112     |             |
|   | 0,8  | 1         | 0,556     | 0,309     | 0,171     | 0,095     |             |
|   | 0,9  | 1         | 0,526     | 0,277     | 0,146     | 0,077     |             |
|   | 1  | 1         | 0,500     | 0,250     | 0,125     | 0,062     |             |
| 3 | Дисконтированный денежный поток, млн. руб. |           |           |           |           |           |             |
|   | 0,1  | -449637,5 | 300967,17 | 273486,12 | 248653,85 | 226139,25 | 599608,9    |
|   | 0,2  | -449637,5 | 275803,80 | 229781,32 | 191374,07 | 159588,75 | 406910,4    |
|   | 0,3  | -449637,5 | 254613,59 | 196009,42 | 150649,14 | 115883,95 | 267518,6    |
|   | 0,4  | -449637,5 | 236403,26 | 168859,47 | 120519,31 | 86085,22  | 162229,8    |
|   | 0,5  | -449637,5 | 220841,70 | 147007,07 | 97673,62  | 65557,21  | 81442,1     |
|   | 0,6  | -449637,5 | 206935,63 | 129127,83 | 80787,67  | 50657,84  | 17871,5     |
|   | 0,7  | -449637,5 | 194685,04 | 110917,50 | 67212,69  | 37082,86  | -39739,4    |
|   | 0,8  | -449637,5 | 184089,93 | 102308,97 | 56617,59  | 31454,22  | -75166,7    |
|   | 0,9  | -449637,5 | 174157,02 | 91713,87  | 48340,16  | 25494,47  | -109931,9   |
|   | 1,0  | -449637,5 | 165548,50 | 82774,25  | 41387,13  | 20528,01  | -139399,6   |

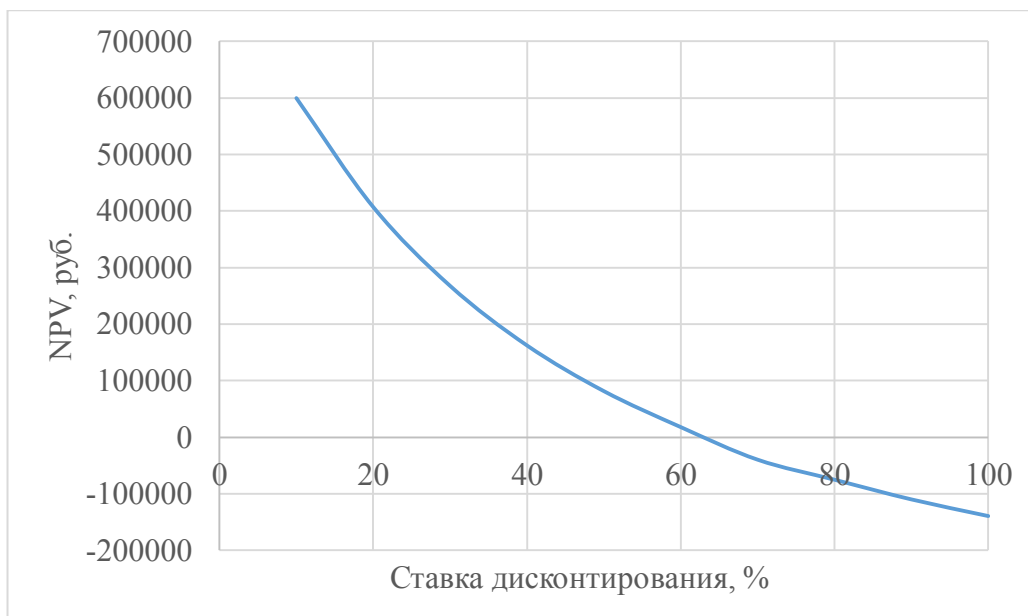


Рисунок 4.3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,63.

Запас экономической прочности проекта:  $63\% - 20\% = 43\%$

#### 4.5.5. Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока.

Таблица 4.23 – Дисконтированный срок окупаемости

| № | Наименование показателя                                   | Шаг расчета |  |          |          |          |
|---|---|-------------|--|----------|----------|----------|
|   |   | 0           | 1  | 2        | 3        | 4        |
| 1 | Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,10$ ), руб. | -449637,5   | 300966,9                                       | 273485,9 | 248653,6 | 226139,0 |
| 2 | То же нарастающим итогом, руб.                            | -449637,5   | -148671  | 124814   | 373467   | 599606   |
| 3 | Дисконтированный срок окупаемости                         |             | $PP_{дск} = 1 + 148671 / 273485,9 = 1,54$ года |          |          |          |

#### 4.5.6. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования (табл. 4.24). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.14)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (вт.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{449637,5}{674456,2} = 0,67$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{539565,0}{674456,2} = 0,80$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{674456,2}{674456,2} = 1,0$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля). Для данного проекта и для аналогов 1 и 2 данный показатель составил 0,67, 0,80 и 1,0 соответственно.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 4.12.

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_{\text{ТП}} = 0,75 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,75 = 4,85$$

$$I_{\text{ан1}} = 0,60 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,6 = 4,55$$

$$I_{\text{ан2}} = 0,6 + 0,9 + 0,15 + 0,4 + 1 + 0,6 = 3,65$$

Таблица 4.24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования<br>Критерии                          | Весовой коэффициент параметра | Текущий проект | Аналог 1 | Аналог 2 |
|--|-------------------------------|----------------|----------|----------|
| 1. Способствует росту производительности труда           | 0,15                          | 5              | 4        | 4        |
| 2. Удобство в эксплуатации                               | 0,30                          | 5              | 5        | 3        |
| 3. Эффективные, применимые в различных сферах результаты | 0,05                          | 4              | 4        | 3        |
| 5. Энергосбережение                                      | 0,10                          | 4              | 4        | 4        |
| 5. Надежность  | 0,25                          | 5              | 5        | 4        |
| 6. Материалоемкость                                      | 0,15                          | 5              | 4        | 4        |
| Итого  | 1,00                          | 28             | 26       | 22       |

Интегральный показатель эффективности проекта  $I_{\text{финр}}^{\text{тп}}$  и аналога  $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Рассчитаем интегральные показатели эффективности вариантов исполнения исследования:

$$I_{\text{финр}}^{\text{тп}} = \frac{4,85}{0,88} = 5,51$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а1}} = \frac{4,55}{0,96} = 4,74$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а2}} = \frac{3,65}{1} = 3,65$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{5,51}{5,51} = 1; \mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{4,74}{5,51} = 0,86; \mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{3,65}{5,51} = 0,66$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели  | Текущий проект | Аналог 1 | Аналог 2 |
|-------|---|----------------|----------|----------|
| 1     | Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,88           | 0,96     | 1        |
| 2     | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,85           | 4,55     | 3,65     |
| 3     | Интегральный показатель эффективности                   | 5,51           | 4,74     | 3,65     |
| 4     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1              | 0,86     | 0,66     |

### **Заключение по разделу**

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, бюджет составляет 449637,5 рублей. Анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО, в которых возможно выполнение настоящего НТИ, показал, что ПО ArcGIS обладает преимуществом по сравнению с конкурентными программными продуктами. При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиции ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов.

Проведя анализ показателей эффективности инвестиций, получили чистую текущую стоимость (NPV) – 599607,9 руб. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 1,54 года. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,63, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнено неравенство  $IRR > i$ . Индекс доходности (PI) – 2,33, что больше единицы, следовательно, данная инвестиция приемлема.



## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение гидрогеохимических и гидрогеологических условий Печищенской площади для поиска оптимального источника водоснабжения. Объект исследования – подземные воды Печищенской лицензионной площади, которая расположена в Шарыповском районе Красноярского края в 3,0 км южнее с. Малое Озеро.

Область применения настоящей работы лежит в сфере камерального этапа сбора и обработки данных о гидрогеохимических и гидрогеологических условиях района исследований. Комплекс камеральных работ выполнен как на основе существующих материалов, которые были получены в процессе исполнения недропользователем лицензионного соглашения, так и дополнительных исследованиях, не входящих в техническое задание по выполненным работам. По результатам изучения гидрогеохимических и гидрогеологических условиях района работ сделаны предложения об использовании водоносных комплексов для водоснабжения.

Пользователями данных о условиях выступают инженеры-гидрогеологи, инженеры-экологи, инженеры-проектировщики, выполняющие инженерно-гидрогеологические изыскания на Печищенской площади. Пользователями конечного проектируемого решения (водозабор подземных вод) – сотрудники возможного будущего карьера. Камеральные работы выполняются в программном комплексе ArcGIS 10.6 на персональных компьютерах.

### **5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Камеральные работы проводились при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должны быть выполнены следующие требования.

Согласно статье 212 ТК РФ [29], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда оператора ПК. Согласно требованиям, к работе с ПК допускаются лица:

- не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ПК;
- прошедшие курс обучения принципам работы с вычислительной техникой и специальное обучение работе на ПК;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда, по пожарной безопасности, по электробезопасности с присвоением 1-й группы;
- ознакомленные с инструкциями по эксплуатации оргтехники, используемой на рабочем месте: ПК, принтер, сканер и т.п.

Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю (Ст. 91 ТК РФ) [29].

Согласно статье 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

При организации рабочих мест пользователей ПК необходимо:

- обеспечить режим труда и отдыха пользователей ПК, с предоставлением регламентированных перерывов в течении рабочего дня;
- обеспечить площадь на одно рабочее место пользователя не менее 4,5 м<sup>2</sup> – для жидкокристаллических и плазменных экранов;
- обеспечить безопасное размещение рабочих мест с ПК: расстояние между видеомониторами (тыльная сторона одного монитора до экрана другого) – не менее 2 м, расстояние между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м;
- обеспечить пользователей подъёмно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки стулом (креслом);

- не допускать установку ПК вблизи электронагревательных приборов и систем отопления;

- не допускать размещение на системном блоке, мониторе и периферийных устройствах посторонних предметов.

Оператор ПК также имеет ряд обязательств перед работодателем. Согласно статье № 414-V ТК РФ [29], исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [16].

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Конструкцией оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног.
- высоты сиденья и подставки для ног.

## **5.2. Производственная безопасность**

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [11] все производственные факторы по сфере своего

происхождения подразделяют на: факторы производственной среды; факторы трудового процесса.

Из всей совокупности производственных факторов для целей безопасности труда по критерию характера причинения вреда организму работающего человека выделяют: опасные и вредные факторы. Подробнее остановимся на факторах, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования, они представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные вредные и опасные факторы

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)                                   | Этап работ |               |              | Нормативные документы   |
|---|------------|---------------|--------------|---|
|   | Разработка | Строительство | Эксплуатация |   |
| 1. Недостаточная освещенность                                     | +          | +             | +            | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [27]  |
| 2. Отклонение показателей микроклимата                            | +          |               |              | СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [26]                   |
| 3. Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса | +          |               | +            | Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [29]                          |
| 4. Электромагнитное излучение                                     | +          |               |              | ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные поля радиочастот [14]   |
| 5. Поражение электрическим током                                  | +          | +             | +            | ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [15] |
| 6. Возникновение пожаров  | +          | +             | +            | ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность [12]  |

### 5.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

#### 5.3.1. Недостаточная освещенность рабочего места

Источник возникновения фактора: отсутствие возможности организовать естественное освещение, из-за условий расположения объекта исследования.

Воздействие фактора на организм человека: недостаточное освещение негативно воздействует на зрение, приводит к утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016 указаны в таблицах 5.2 и 5.3 [27].

Таблица 5.2 - Нормируемые показатели искусственного освещения

| Помещения   | Искусственное освещение          |           |                     |                                     |   |
|---|----------------------------------|-----------|---------------------|-------------------------------------|---|
|   | Освещенность лк                  |           |                     | Показатель дискомфорта, М, не более | Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более |
|   | Прикомбини-<br>рованномосвещении |           | При общем освещении |                                     |   |
|   | всего                            | от общего |                     |                                     |   |
| Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства | 400                              | 200       | 300                 | 40                                  | 15  |

Таблица 5.3– Нормируемые показатели естественного и совмещенного освещения

| Помещения   | Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м | Естественное освещение                    |                       | Совмещенное освещение                     |                       |
|---|--|---|-----------------------|---|-----------------------|
|   |  | КОЕ                                       |                       |   |                       |
|   |  | При верхнем или комбинированном освещении | При боковом освещении | При верхнем Или комбинированном освещении | При боковом освещении |
| Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства | Г – 0,8  | 3,0                                       | 1,0                   | 1,8                                       | 0,6                   |

Средства защиты: постоянное необходимое обеспечение местного искусственного освещения.

### Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором выполняются проектные работы имеет следующие характеристика: длина 5 м, ширина 5 м, высота 4 м, окрас стен – светлые тона, потолок – белый. Характеристики зрительной работы: минимальный размер объекта различения = 0,5 мм; напряженная зрительная работа выполняется непрерывно (5 часов); расстояние, на котором находится объект от глаз рабочего составляет 0,5м; источники света – люминесцентные лампы.

Данным условиям соответствует: характеристика зрительной работы – «высокая точность»; разряд работы – «III»; подразряд – «в». Для разряда «III в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при

светлом фоне, составляет  $E_{\text{общ}} = 300$  лк. Для обеспечения требуемой освещенности в помещении оперативного персонала применяются светильники с люминесцентной лампой.

Коэффициент отражения потолка –  $\rho_{\text{п}}=50\%$  (светлые чистые панели), стен –  $\rho_{\text{ст}}=30\%$  (бетонные с окнами). Коэффициент запаса  $K_3=1,5$ , коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп принимается  $Z=1,1$ , согласно с методическими указаниями по расчету искусственного освещения [23].

Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД с защитной решеткой,  $\lambda=1,2$  (среднее значение между теми, что представлены в таблице).

Замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (рис. 5.1)

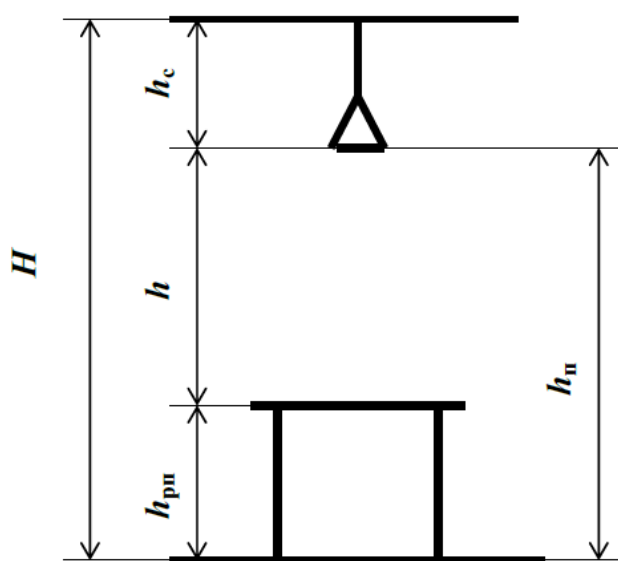


Рисунок 5.1 – Основные расчетные параметры

Параметр  $h_c = 0,5$  м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{\text{п}} = 4,0 - 0,5 - 0,7 = 2,8 \text{ м};$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 * 2,8 = 3,36 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 1,12 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду [23]:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(5 - \frac{2}{3} * 3,36)}{3,36} + 1 \approx 2$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(5 - \frac{2}{3} * 3,36)}{0,5 + 0,5} \approx 3$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильника типа ОД с защитной решеткой мощностью 65 Вт (с длиной 0,5 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 63 см. Составляем план помещения и размещения на нем светильников (рис. 5.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении  $N_{\text{л}} = 12$ .

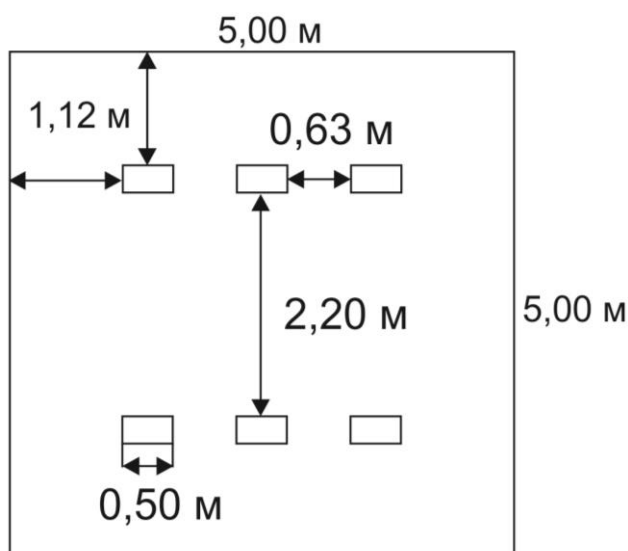


Рисунок 5.2 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Находим индекс помещения:

$$i = S/h(A+B) = 25/(2,8(5+5)) = 0,9$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,44.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:



$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z}{N_{\text{л}} * \eta} = \frac{300 * 25 * 1,5 * 1,1}{12 * 0,44} = 2344$$

По таблице выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД40 Вт с потоком 2300 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \leq +20\%$$

Далее подставляем в формулу стандартное и рассчитанное значения:

$$-10\% \leq \frac{2300 - 2344}{2300} \leq +20\%$$

Получаем:  $-10\% \leq -1,9\% \leq +20\%$ . Условие выполнено.

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 12 * 40 = 480 \text{ Вт.}$$

### 5.3.2. Отклонение показателей микроклимата

Источник возникновения фактора: изменение температуры воздуха рабочей зоны помещения из-за различных факторов (работа оборудования, системы отопления и кондиционирования помещения, солнечная радиация).

Воздействие фактора на организм человека: негативное влияние теплового излучения на организм человека выражается в часто повторяющихся головных болях, тошноте, рвоте, интенсивном выделении пота, повышении уровня давления, слабости, нарушении координации движений.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [13], СанПиН 2.2.4.548-96 [26].

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПК является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением,

должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений [26].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [26]. Микроклиматические параметры приведены в таблицах 5.4, 5.5.

Таблица 5.4– Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | 22-24                   | 21-25                        | 40-60                              | 0,1                            |
| Теплый      | 23-25                   | 22-26                        | 40-60                              | 0,1                            |

Таблица 5.5– Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | 20-25                   | 19-26                        | 15-75                              | 0,1                            |
| Теплый      | 21-28                   | 20-29                        | 15-75                              | 0,1-0,2                        |

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установка вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривания помещения во время перерывов; регулярная влажная уборка помещения.

### **5.3.3. Нервно-психические перегрузки**

Источник возникновения фактора: монотонность труда, большие объемы информации, обрабатываемые в единицу времени и др.

Воздействие фактора на организм человека: психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

В результате действия психофизиологических факторов у пользователя ПК наблюдаются следующие психические расстройства и нервно-соматические нарушения: чувство тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное воздействие, давая нервной системе необходимый отдых, который регламентируется разделом V ТК РФ [29].

### **5.3.4. Поражение электрическим током**

Источник возникновения фактора: прикосновение к токоведущим частям, как при разработке, так и при эксплуатации проектного решения.

Воздействие фактора на организм человека: электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей.

Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к опасным последствиям [15].

Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока

частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства

#### **5.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работника водозабора подземных вод**

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа непосредственно на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией или лицом ответственным за рабочее место после обучения на рабочем месте. После чего сотруднику присваивается соответствующая его знаниям и опыту работы квалификационная группа по технике безопасности и выдается удостоверение специального образца.

Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием перед устройством на работу.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемом помещении регулируются системой центрального отопления, и имеют значения: влажность – 40 %, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20-25 °С, зимой – 13-15 °С.

В соответствии с «Правилами устройства электроустановок» п. 1.1.13 помещение насосной станции водозабора можно отнести к помещению без повышенной опасности. В этих зданиях при надлежащей организации электроснабжения, отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность. Таким образом, при правильном проектировании систем электроснабжения, будущее проектное решение будет соответствовать требованиям к электробезопасности.

## **5.5. Экологическая безопасность**

### **5.5.1. Камеральные работы (этап разработки)**

При выполнении камеральных работ воздействие на атмосферу и гидросферу отсутствует. Возможное воздействие на литосферу при ненадлежащей утилизации вычислительной техники.

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [18].

### **5.5.2. Строительство и эксплуатация проектного решения (водозабор подземных вод)**

Атмосфера. Ожидается минимальное воздействие на атмосферу при строительстве и эксплуатации водозабора в виде выброса выхлопных газов, используемого автотранспорта. Мерами снижения выбросов могут быть только применение исправного автотранспорта, использующего топливо стандарта «Евро-5».

Гидросфера и литосфера. В процессе строительства водозабора, один из видов работ – бурение водозаборной скважины. Данный технологический процесс связан с использованием бурового раствора. Буровой раствор может содержать полимерные добавки. При бурении вынос бурового раствора может быть организован непосредственно на почву, сток его может происходить в ближайший водоем (при его наличии).

Таким образом, выходящий со скважины буровой раствор с остатками после бурения породы может загрязнять окружающую территорию вокруг водозаборной скважины. Мерами предотвращения данного загрязнения является использование специальной технологической схемы, при которой отсутствует сброс шлама с буровым раствором на рельеф, а собирается в специальные отстойники с последующей утилизацией.

Также при строительстве водозабора будет использовано большое количество различного вида топлива, в случае возникновения аварийных ситуаций, возможен разлив нефтепродуктов. Мерами предотвращения являются соблюдение техники безопасности при производстве работ, а также наличие специальных реагентов для устранения разливов нефтепродуктов.

После завершения работ необходимо выполнить комплекс рекультивации территории затронутой хозяйственной деятельностью в процессе строительства водозабора.

Воздействие работы самого сооружения – водозабора подземных вод при его эксплуатации оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. Так как подземные воды являются той целью, для которой разрабатывается проект, то сами по себе они не являются загрязняющим элементом (с учетом добычи пресных подземных вод), даже при утечки их в процессе транспортировки потребителю.

Отходы при эксплуатации водозабора не создаются.

#### **5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К возможным чрезвычайным ситуациям на стадии камеральной обработки и проектирования может быть отнесено возникновение пожара в

офисном здании. С учетом того, что офис оснащен большим количеством вычислительной техники, то наиболее вероятной причиной может быть возникновение горения различной техники.

Возможные чрезвычайные ситуации при разработке и эксплуатации проектируемого решения (создание водозабора питьевых вод):

- Техногенные (при разработке): взрывы и пожары при возможных разливах нефтепродуктов.

- Природные (эксплуатация): природные пожары.

- Социальные (эксплуатация): террористические акты по выведению из строя водозабора.

- Экологические (эксплуатация): истощение запасов подземных вод при не правильной эксплуатации водозабора.

Наиболее вероятным на стадии проектирования – возникновение пожара.

#### Возникновение пожаров

Источник возникновения фактора: использование неисправного оборудования, поджоги, поврежденная электропроводка, неправильная установка нагревательного оборудования и др.

Воздействие фактора на организм человека: пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода [12].

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и

выполнять одну из следующих задач: исключать возникновение пожара; обеспечивать пожарную безопасность людей; обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей; обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Мерами защиты от возникновения пожаров являются: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов, применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания, применением исправного электрооборудования и др.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [12]:

- для предохранения сети запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.



В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС. На этаже находится специальный ящик с огнетушителем и пожарным краном и рукавом, а также два эвакуационных выхода.

### **5.7. Выводы по разделу**

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда, экологии и ЧС. В результате составлено обоснование мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению ЧС, которые могут возникнуть при выполнении комплекса работ по проектированию, строительстве водозабора подземных вод, а также при дальнейшей его эксплуатации.

На основании анализа факторов производственного и экологического рисков, которые могут возникнуть при работе с персональным компьютером, а также процесса утилизации техники, можно сделать вывод о том, что:

- правильная организация работы на ПК и соблюдение всех правил эксплуатации ПК, а также гигиены труда позволяют несколько снизить основные вредные факторы риска при работе с ПК, а также предупредить возможности возникновения ЧС на рабочем месте.

Процессы строительства и эксплуатации проектного решения связаны с большими рисками возникновения ЧС. Таким образом, при этом необходимо ответственно подходить к предотвращению влияния вредных и опасных факторов, следить за соблюдением мер экологической безопасности, а также не создавать своей работой ситуаций, которые могут привести к возникновению ЧС на объекте исследования во время строительства и эксплуатации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный комплекс полевых исследований помог дополнить имеющуюся информацию по параметрам водоносных горизонтов и химическому составу вод участка, который соответствует имеющимся фондовым данным.

Применяемая методика дешифрирования космоснимков, для поиска предполагаемых зон разгрузки подземных вод, позволила сократить как временные затраты на поиски родников, так и значительно уменьшить километраж гидрогеологических маршрутов.

Анализ графиков временного прослеживания понижения при откачках позволил определить возможную питающую роль разломов на участке работ. Что является важной информацией для будущей схематизации условий при моделировании водопритокров.

По результатам химических анализов проб воды, которые были отобраны в процессе работ на Печищенской площади в период с 2018 по 2020 гг., можно дать рекомендации по использованию для питьевого водоснабжения подземных вод, относящихся к двум гидрогеологическим подразделениям. Природные показатели подземных вод изучаемой территории, в основном удовлетворяют критериям качества для питьевых источников. Наиболее оптимальными источниками для водоснабжения являются подземные воды водоносных эмской и франско-фаменской зон экзогенной трещиноватости терригенных пород. При этом необходимо обратить внимание на локализацию будущего водозабора на территории участка работ, так как вблизи тектонических нарушений и рудных тел, возможно появление химических элементов, содержания которых будет превышать допустимые концентрации для питьевых вод.

Полученные фильтрационные параметры и направления потоков подземных вод, будут служить основой для последующей постановки гидрогеологических работ на изучаемой площади.

Построенная цифровая модель рельефа позволит смоделировать речную сеть территории, а также создать базисные поверхности различных порядков, для расширения гидрогеологической основы изучаемой площади.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Опубликованная

1. Navid H., Timothy D., Field scale hydraulic conductivity and compressibility of organic clays // Engineering Geology. - United States, 2017. – P. 52-64.
2. Rosberg J. Well testing, methods and applicability // Engineering Geology Lund University. – Lund, 2010. – 165 p.
3. Savva A., Frenken K. Natural Resources Assessment // Water Resources Development and Management Officers. – Harere, 2002. – 96 P.
4. Tonder W., Jacobsz S. Seepage column hydraulic conductivity tests in the geotechnical centrifuge // Journal of the South African Institution of Civil Engineering vol.59 n.3. – Midrand, 2017. – P. 21.
5. Turkkan G., Rorkmaz S. Determination of Hydraulic Conductivity Using Analytical and Numerical Methods Applied to Well and Aquifer Tests // Uludag University. – Bursa, 2015. – P. 1875-1897.
6. USGS SRTM Topography // SRTM Documentation [Электронныйресурс]. URL: [https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/Documentation/SRTM\\_Topo.pdf](https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/Documentation/SRTM_Topo.pdf).
7. Weitering D. Computing Hydraulic Conductivity from Borehole Infiltration Tests and Grain-Size Distribution in Advance Glacial Outwash Deposits, Puget Lowland, Washington // University of Washington, 2015. – P. 43.
8. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., Недра, 1979, 326 с.
9. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л., Гидрометеиздат, 1972, УДК 556.5 (075.8), 448 с.
10. Геологическая карта СССР. Лист N-46-XII. Серия Минусинская. 1959. 103 с.
11. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

12. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.
13. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
14. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ Электромагнитные поля радиочастот.
15. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
16. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работы сидя.
17. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора.
18. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
19. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. М., ВСЕГИНГЕО, 1975.
20. Кузькин В.И., Петрова Н.В., Россман Г.И., Самсонов Б.Г. Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений (методические рекомендации). ВИЭМС, Москва, 2002.
21. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды. Утв. Распоряжением МПР России от 05.06.2007 №37-р. М. 2007.
22. Методические рекомендации по проведению гидрогеологических исследований на стадии детальной разведки месторождений твердых полезных ископаемых. М., ВИМС, 1981.
23. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.

24. Плотников Н.И. Гидрогеология рудных месторождений. М.: Недра, 1987, 287 с.
25. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению.
26. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
28. Справочное руководство гидрогеолога Т.1 под редакцией В.М. Максимова. Л., Недра, 1979, 512 с.
29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)5.
30. Удодов, П. А. Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений [Текст] / П. А. Удодов. – М. : Недра, 1973. – 184 с.
31. Шеходанов, В. О. Гидрогеология и гидрогеохимия Печищенской площади [Текст] / В. О. Шеходанов // Природопользование и охрана природы: охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России, Томск, 21-23.04 2020. – Томск, 2020. – С. 247–252.
32. Энциклопедия Красноярского края. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://my.krskstate.ru/sharypovskiy-rayon/>.

#### Фондовая

33. Баранов В.И. Отчет по оценке эксплуатационных запасов подземных вод действующего водозабора МУП ЖКХ ЗАТО «Солнечный» (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2010 г.). Селиваниха, 2011, 30704ф, Красноярский ТГФ.
34. Бордонос В.П. Анализ геологической изученности Печище-Раисинского сереб-розолотосодержащего меднорудного поля и оценка целесообразности его ввода в сферу лицензирования, Красноярск, 2010.

35. Горюнов А.А., Беляев И.Ю., Кадамцева Т.Н. Южно-Шарыповское МПВ (отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.10.1980). Красноярск, 1980 г.

36. Грунин М.М., Перфилов Е.Е. Отчет о работах Печищенской разведочной партии, КГУ, ЗСГУ, 1940 г. Домарев В.С. Отчет о работе Минусинской геолого-разведочной партии за июль месяц. Печищенские медные месторождения (Чебаковского района Хакасского округа), 1929;

37. Загривная Г.В. Переоценка запасов действующего водозабора на Южно-Шарыповском месторождении”. (Отчет с подсчетом запасов подземных вод по состоянию на 01.04.2010г, Красноярск, 2011г.

38. Карта гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1:2 500 000 [Карты] : сост. С. Л. Пугач, И. А. Коваленко и др. – М. : ФГУГП «Гидроспецгеология», 2015 – 16 л.

39. Корохов Л.П. Разведка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Ужура. (Окончательный отчет Ужурского отряда Березовской ГПП за 1966-1969 гг.). Кулун, 1969, 16795ф, Красноярский ТГФ

40. Косоруков А.П., Яконюк Л.В. Геологическое строение и полезные ископаемые западной части Северо-Минусинской впадины (Белоозерская площадь). Отчет Белоозерской партии о групповой геологической съемке масштаба 1:50 000 за 1978-1982 гг. (в 3-х томах) листы N-45-23-А,Б,В,Г; N-45-24-А,Б,В,Г; N-45-35-Б; N-45-36-А,Б,В,Г; N-45-48-А,Б. 684 с, 293 л.граф.прил. Красноярск, 1982.

41. Марков В.Н., Липишанов А.П., Минаков А.Н. и др. Отчет по геологическому до-изучению масштаба 1:50 000 Горячегогорской площади в северной части Кузнецкого Ала-тау на листах N-45-22-В,Г; N-45-34-А,Б,В,Г; N-45-35-А,В,Г за 1979-1983 гг. 474 с, 105 л.граф.прил. Красноярск, 1983.

42. Медведков В.И., Демиденко Г.М. Краткий отчет о работах Печищенской геолого-разведочной партии ЗГСУ за 1940 г. 1940.

43. Охапкин Н.А. Геологический отчет Печищенской ПРП за 1950-51гг. Красноярск, 1952.

44. Пендина К.А. Проект округа санитарной охраны курорта «Озеро Учум» Красноярского края. Москва, «Геоминвод», 1974, (материалы ООО Курорт «Озеро Учум»).
45. Подземные воды Республики Хакасия и водоснабжение населения [Текст] : монография / Д. С. Покровский, Е. М. Дутова, А. А. Булатов и др. – Томск : НТЛ, 2001. – 299 с.
46. Поладько М.Ф. Государственная гидрогеологическая карта листа N-45-XII, 1969.
47. Поладько М.Ф. Подземные воды листа №-45-XII. (Окончательный отчет Учумской ГГСП за 1966-1967 гг.), 1968, 16262ф, Красноярский ТГФ.
48. Поладько М.Ф. Объяснительная записка к гидрогеологической карте СССР листа №-45-XII масштаба 1:200 000. М., 1969, 16811ф, Красноярский ТГФ.
49. Поладько М.Ф. Государственная гидрогеологическая карта листа N-45-XII, 1969, 19963ф, Красноярский ТГФ
50. Фадина Т.А. Детальная разведка подземных вод для водоснабжения курорта «Озеро Учум». ст. Минино, 1988, 24955ф, Красноярский ТГФ.
51. Шаманский А.И. Медные рудники группы Печище. ЗСГУ. 1934 г.
52. Шаманский А.И. Перспективы меднорудных месторождений Хакасии, ЗСГУ, 1935.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Review of Authentic Literature on the Research Topic: «Carrying Out Field Hydrogeological Surveys. Pumping in Wells»

Студент:

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ВМ92  | Шеходанов Вячеслав Олегович |         |      |

Консультант проф. кафедры:

| Должность | ФИО | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|---------------------------|---------|------|
|           |     |                           |         |      |

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП:

| Должность                 | ФИО                        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преп.<br>ОИЯ ШБИП | Утятин Янина<br>Викторовна |                           |         |      |

## INTRODUCTION

Determination of the filtration parameters of rocks in the conditions of their natural occurrence and structure is important for hydraulic engineering, drainage, mining and engineering geology in general.

As is known, laboratory studies of the filtration properties of rocks in many cases cannot give a reliable description of these properties, since in small rock samples there may not be a complete reflection of their heterogeneity. In addition, in laboratory studies of certain types of soils (sand, gravel and others), it is extremely difficult to maintain the natural structure of the rocks. Therefore, in some cases, the filtration parameters evaluated under different conditions differ from each other. Also, some physical characteristics depend not only on the properties of the rocks, but also on the conditions of their occurrence. Among these parameters is, for example, the piezoconductivity of aquifers, which determines the velocity of pressure propagation in them and depends on the complex of various properties of the reservoir. Such parameters in laboratory conditions cannot be determined or require data from field studies. Therefore, field definitions of the filtration properties of soils are necessary to the same extent as laboratory studies.

In this work, we will consider the field method for determining the filtration parameters, namely, the method of pumping from wells.

The main characteristic of rock permeability is the filtration coefficient (hydraulic conductivity), which serves as the initial parameter for all filtration calculations. The filtration coefficient (hydraulic conductivity) can be determined by pumping, injection and filling of water, injection of air, geophysical and laboratory studies. The most reliable fields quantitative method for determining this coefficient is pumping.

Hydraulic conductivity ( $K$ ), the property of a material that describes the rate at which a fluid moves through it, is a parameter of fundamental importance in the geosciences. It has applications that range from agriculture to solute transport to oil reservoir characterization (Shepherd, 1989). One can measure hydraulic

conductivity directly in the field or in the lab, but such tests are generally expensive and time-consuming [7].

It is necessary to add, that a drawback to laboratory testing is the tendency to select the most uniform or clayey samples because they are easier to trim and require less support (Olson and Daniel, 1981). The advantage of in situ testing is the potential for testing a representative volume of soil, with all in situ features, at the in situ stress state. Typical in situ tests can be conducted by driving a device into the or by drilling a borehole. These tests can directly or indirectly measure the in situ hydraulic conductivity[1].

For different purposes, it is often necessary to assess the hydraulic conductivity of materials from the field by means of laboratory testing. Provided that representative high-quality samples can be taken, a variety of test methods are available[4].

## 1. Method Overview: Well Testing

Well testing is widely used today in water wells, oil and gas wells, for geothermal applications, within civil engineering projects, thermal storage and CO<sub>2</sub> storage. The overall testing goal is to verify the productivity from a well and/or for characterization of hydraulic and thermal properties, as well as the spatial limitations of an aquifer. Hydraulic conductivity, filtration coefficient parameters that are most interesting to us. There are three major methods for conducting well testing:

- slug tests;
- pumping tests;
- injection tests.

It was found that knowledge of the applicability of slug tests, pumping tests and injection tests is essential for selecting the most appropriate method. Two of the methods, namely pumping tests and injection tests, are logistically demanding while the third one, slug tests, is easy to execute. Consequently, it is therefore also an inexpensive test method, which is supported by the fact that several tests can be conducted in different wells during the same day [2].

In this work, we will consider in detail the method of pumping tests.

The selection of hydraulic testing methods are varied and these include, amongst others, the location, depth and diameter of the well. In addition, technical constraints, such as logistics, water handling and external power supply for conducting the testing are also considered [2].

The purpose of conducting pumping tests can be for the characterization of hydraulic properties, such as transmissivity, as well as the spatial limitations of an aquifer.

The mechanics behind a pumping test are the pumping of the well and the creation of a change in the water level, while measuring the change, drawdown or recovery in the pumping well and, if possible, in observation wells. Thereafter, the drawdown/recovery measurements are analysed [2].

## 2. Test Procedure and Equipment for Measuring

The preparations before a pumping test is carried out can be time-consuming and logistically complex. The necessary systems include a suitable pump or an air-compressor, a system for measuring the flow rate, as well as a system for measuring the displacement during the testing. In addition, requirements include a place where extracted water can be expelled during the testing, as well as observation wells if the purpose of the test is to estimate storativity [2].

### *Equipment for Pumping*

A submersible pump is commonly used for conducting pumping tests and can be applied to both shallow and deep wells. In addition to the pump, a power supply is needed, which depending on the required pumping power, can vary from a smaller generator to a power supply housed in a small container. Installation procedures become more complicated as the installation depth of the pump increases and a mobile crane is often needed for deep, large diameter wells. However, an important consideration when selecting the pump and power supply is that it should be capable of operating continuously at a constant discharge for a period of at least a couple of days.

An alternative to a pump is an air-compressor and so-called airlifting. The procedure of airlifting involves an air-sub or an open-ended pipe being installed at a specific depth below the water table in the well, with a compressor connected at the other end of the tubing from the air-sub. Thereafter, the water column is aerated, the water column becomes lighter and an outflow from the well occurs when the aerated water column reaches the top of the well. A more detailed description and information about required air-flows during testing can be found in Driscoll (1986). However, the operator must have some experience since it can be difficult to adjust the pressure and the airflow for obtaining a continuous outflow from the well, as opposed to removing slugs of water [2].

There is one advantage with airlifting when compared with using a pump, which occurs if the test is carried out directly after the completion of the well with a compressor being used during the drilling (e.g. rotary air or percussion drilling). In that case, the compressor can be used for conducting the airlift operation and consequently it is a cheaper option than renting a pump. Airlifting can also be a useful tool in deep, large diameter wells as an initial hydraulic test method and thereafter the results from the testing can be used for selecting an appropriate pump if there is a need to, for example, conduct long term pumping tests.

### *Measuring and Data Acquisition System*

The flow rate during a pumping test can be measured in several ways, ranging from a simple method measuring the required time to fill a tank with a specific volume, to more advanced flow meters with an electrical output based on different principles such as, for example, electromagnetism, mass or ultra-sonic methods. There are several other intermediate methods using orifices, weirs and flumes or simple water meters [2].

It is preferable to use a constant flow rate during the testing, since it will simplify data analysis. However, in practice it can be difficult to employ a constant rate during testing. In such cases there are data analysis methods which consider a variable flow rate.

There are numerous methods at hand to measure the displacement during pumping tests, ranging from simple manual methods such as chalked steel tape, poppers and electrical tape to more advanced methods such as pressure transducers and memory gauges. The latter are preferred to the manual methods. However manual measurements shall not be ignored, since they form a good backup system and are useful for checking the accuracy of data acquired by the transducers or memory gauges.

### *Equipment for Measuring*

Here are a few level gauges from different manufacturers, for example:

The Model 101 P7 Water Level Meter features a pressure-proof probe rated to 500 psi and laser marked PVDF tape (Fig. 1).

The ECU-K and Gidek contact level meters is a portable devices for measuring water levels in wells and piezometers (Fig. 2).

Levellogger Edge is a standalone, automatic device for recording water level and temperature (Fig. 3).



Figure 1 – Model 101 P7 Water Level Meter



Figure 2 – ECU-K and Gidek contact level meters



Figure 3 – Levellogger Edge

The sampling rate during a pumping test is not an issue nowadays, since great memory capacity is available. However, a general rule is to use a fast sampling rate during the beginning of the pumping test and during the beginning of the recovery, when the greatest displacement changes are occurring. The sampling rate is easy to change if a pressure transducer or a memory gauge with communication cable is used, allowing for adjustments during testing.

### 3. The principle of Pumping Test

When a well is pumped, groundwater is removed from the area surrounding the well, and the water table (in unconfined aquifers) or the piezometric surface (in confined aquifers), is lowered. The drawdown, at a given point, is the distance to which the water level is (Figure 4).

If the discharge from a well and the drawdown in the well and in piezometer(s) (observation wells) placed at a known distance away from the pumping well are measured, we can substitute these into appropriate well flow equations and calculate the hydraulic characteristics [3].

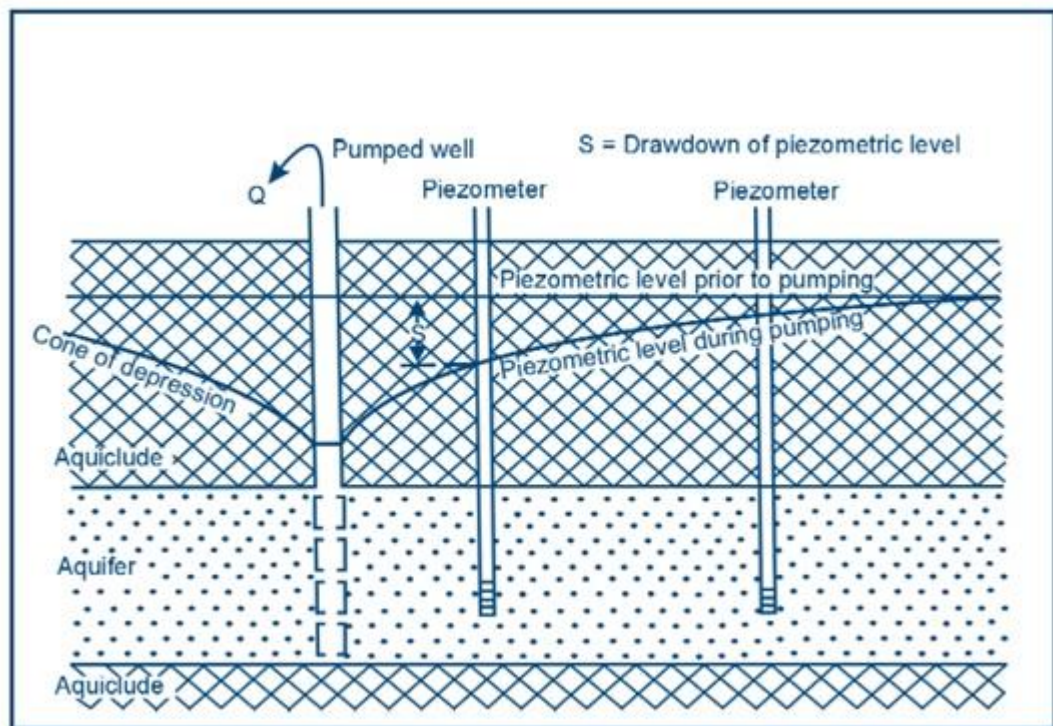


Figure 4 – Drawdown in a pumped aquifer



The duration of a pumping test depends on the type of aquifer and the degree of accuracy desired in establishing its hydraulic characteristics. Economizing on the period of pumping is not recommended because the cost of running a pump a few extra hours is low in comparison with the total costs of the test. It has been established that for steady state conditions to be reached, the following pumping durations are required for the various aquifers:

### **Type of Aquifer Pumping Duration**

- Leaky 15-20 hours;
- Confined 24 hours;
- Unconfined 3 days.

It is also important to note that steady state conditions are not requisite for a pumping duration.

### **Definition of terms:**

It is important for one to have a clear understanding of the meaning of common terms related with pumping tests.

**Static water level (SWL):** The level at which water stands in a well before pumping takes place

**Pumping water level (PWL):** The level at which water stands in a well when pumping is in progress. It is also called the dynamic water level as it moves (declines) when the pumping rate is Significant

**Drawdown:** The difference, generally measured in metres, between the water table or piezometric surface and the pumping water level. This difference represents the head of water that causes the groundwater to flow into the well

**Residual drawdown:** After pumping is stopped, the water level rises and approaches the static water level observed before pumping began. This process is known as water level recovery. During water level recovery, the distance between the water level and the initial static water level is called the residual drawdown.

**Well yield:** The maximum pumping rate that can be supplied by a well without lowering the water level in the well to below the pump intake.

**Aquifer yield:** The maximum rate of withdrawal that can be sustained by an aquifer without causing an unacceptable decline in the hydraulic head (c.f. drawdown) in the aquifer.

**Specific capacity:** This is a measure of the well's productivity and is the yield per unit drawdown. It is obtained by dividing the discharge rate of a well by the drawdown when they are both measured at the same time.

## 4. Calculations

### *Recovery Test*

Recovery test is performed to obtain aquifer's hydraulic conductivity. Pumping is performed in one single well. After the pumping is ceased, water level tends to rise to the initial level. During the rise of the water level, the difference between the water level and initial level is called "residual drawdown". The test is applicable to confined aquifers with wells fully penetrating the aquifer and pumping at a constant rate. However, when certain conditions are satisfied it can be used in leaky, unconfined aquifers and in wells partially penetrating the aquifer. Residual drawdown is expressed as follows [5]:

$$S' = \frac{Q}{4\pi T} [W(u) - W(u')] \quad (1)$$

$S'$  = Residual drawdown/

Theis well function is defined as:

$$W(u) = -0,5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \dots \quad (2)$$

$u$  and  $u'$  in Eq.(2) are defined as:

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}, \quad u' = \frac{r^2 S'}{4Tt'} \quad (3)$$

If  $u$  and  $u'$  are small enough ( $<0.01$ ), the approximate value of residual drawdown becomes:

$$S' = \frac{Q}{4\pi T} \left[ \ln \frac{4Tt}{r^2 S} - \ln \frac{4Tt'}{r^2 S'} \right] \quad (4)$$

where,  $r$  – distance between the observation well and pumping well [L];

$S'$  – storativity during recovery;  $S$  – storativity during pumping;  $t'$  – time since the end of pumping;  $Q$  – pumping rate;  $T$  – transmissivity of the aquifer.

If  $S=S'$  and  $T$  is constant,

$$S' = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log\left(\frac{t}{t'}\right) \quad (5)$$

### ***Multirate Test***

Multirate test is performed to determine aquifer's hydraulic conductivity.

For confined aquifers, Theis equation is given as follows:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad (6)$$

The well function is defined in Eq. (2) and if  $u < 0.01$  then the drawdown in the well can be expressed as:

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25Tt}{R_e^2 S} \quad (7)$$

where,  $s$  – drawdown;  $S$  – storativity;  $t$  – time since the start of pumping;  $Q$  – pumping rate;  $T$  – transmissivity of the aquifer;  $R_e$  – effective radius of the well;  $W(u)$  – Theis well function.

When the well loss is added to Eq. (7), the following is obtained:

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25Tt}{R_e^2 S} + CQ^2 \quad (8)$$

where  $C$  is the well loss coefficient. Eq. (8) can also be expressed as follows:

$$s = a(b + \log t)Q + CQ^2 \quad (9)$$

in which:

$$a = \frac{2.3}{4\pi T}, b = \log \frac{2.25T}{R_e^2 S} \quad (10)$$

In multirate test, several tests are performed with different pumping rates ( $Q_1, Q_2, \dots$ ) and after each test a sufficiently long time is required for the water level to reach the prepumping condition. The drawdown is defined as a function of time for each test as in the following expression:

$$s_n = a(b + \log t)Q_n + CQ_n^2 \quad (11)$$

When both sides of Eq. (11) is divided by  $Q_n$ :

$$s_n/Q_n = a(b + \log t) + CQ_n \quad (12)$$

Or

$$s_n/Q_n = A + CQ_n \quad (13)$$

After several arrangements:

$$A_n - A_{n-i} = a(b + \log t_n) - a(b + \log t_{n-i}) = a \log \left( \frac{t_n}{t_{n-i}} \right) = \frac{2,3}{4\pi T} \log \left( \frac{t_n}{t_{n-i}} \right) \quad (14)$$

From which T can be calculated:

$$T = \frac{2,3 \log \left( \frac{t_n}{t_{n-i}} \right)}{4\pi(A_n - A_{n-i})} \quad (15)$$

On an arithmetic paper with  $s_n/Q_n$  on the vertical axis and  $Q_n$  on the horizontal axis for a selected  $t$  value. A straight line is fitted to the plotted points. This procedure is repeated for different  $t$  values and several lines are plotted. The slope of a line is  $C$ , and it intersects the vertical axis at  $A$ . The lines will have similar slopes, but different intercepts on the vertical axis. For two of the lines having the closest slopes,  $A$  and  $t$  are selected. Transmissivity is obtained from Eq. (15). Hydraulic conductivity can be calculated by dividing  $T$  by the saturated thickness. The test can be applied to both confined and unconfined aquifers [5].

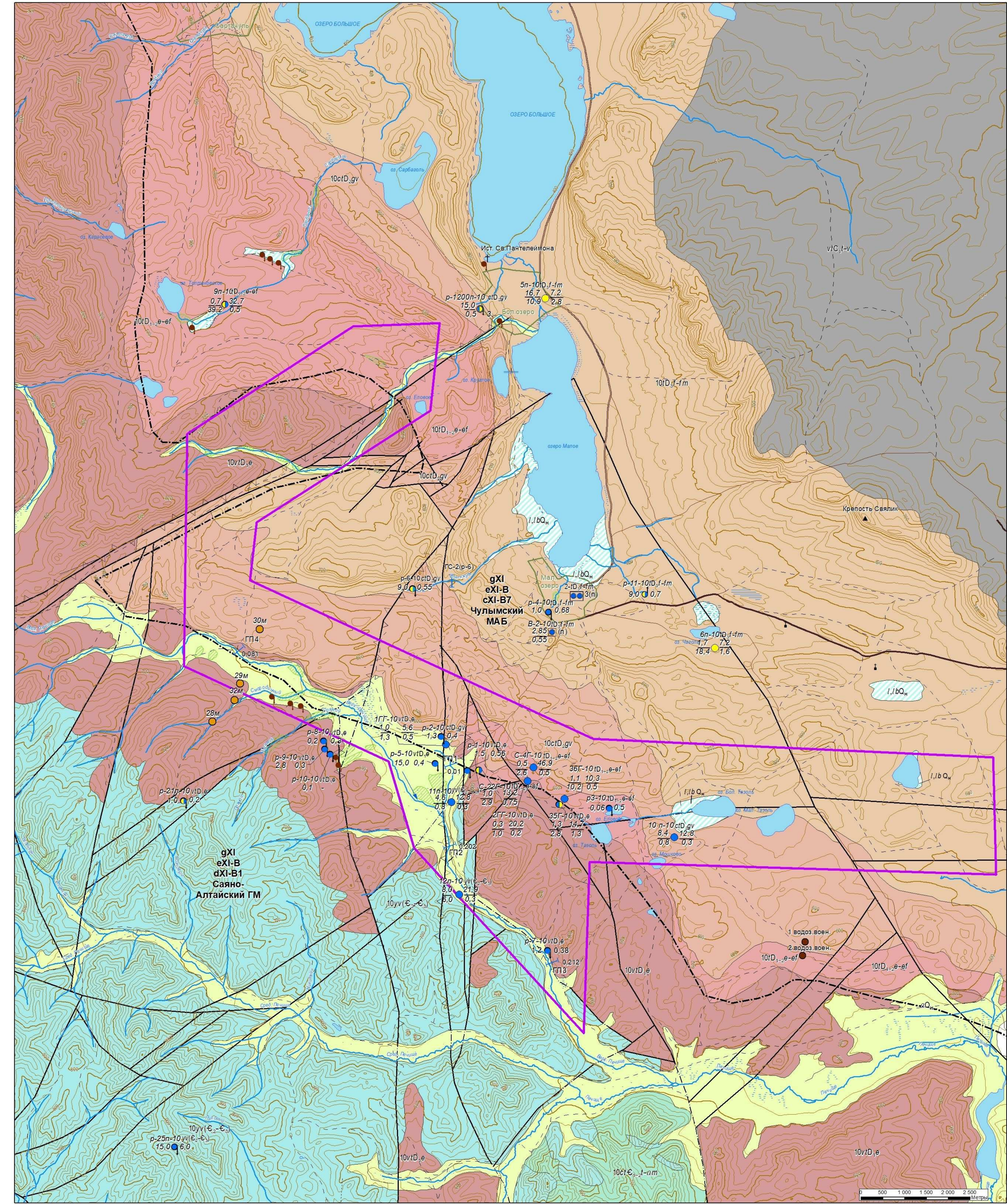
## Conclusion

The main characteristic of rock permeability is the filtration coefficient (hydraulic conductivity), which serves as the initial parameter for all filtration calculations. The filtration coefficient (hydraulic conductivity) can be determined by pumping, injection and filling of water, injection of air, geophysical and laboratory studies. The most reliable fields quantitative method for determining this coefficient is pumping.

Sandy coastal deposits with significant continuity over a wide area are particularly sensitive to many different phenomena: saline water ingress, soil liquefaction under seismic conditions and the potential contamination and diffusion of pollutants. All these problems depend on many factors and in particular on the hydraulic conductivity ( $K_s$ ).

Aquifers are inherently heterogeneous. Knowledge of the spatial distribution of aquifer hydrologic properties is essential in predicting the migration of contaminants in the subsurface.





УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

| Эон       | Эра              | Период       | Отдел | Ярус    | Горизонт | Индекс                    | Описание  |
|-----------|------------------|--------------|-------|---------|----------|---------------------------|---|
| Самарский | Кайнозойская эра | Четвертичная | О     | Голоцен |          | аQн                       | Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт. Гравийно-галечные отложения с песчаным, супесчаным заполнителем, пески. Относительно водоупорный голоценовый озерный, озерно-болотный горизонт. Пески, супинки, иловатые глины, торф. |
|           |                  |              |       |         |          | лб Qн                     |   |
|           |                  |              |       |         |          | МС <sub>1</sub> -v        | Водоносная турнейско-визейская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород. Туфы и туффиты, прослойки песчаников, алевролиты, мергели, редко известняки.  |
|           |                  |              |       |         |          | 10ID <sub>1</sub> -f-m    | Водоносная франско-фаменская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород. Красно-бурые песчаники, алевролиты, пестроцветные аргиллиты.   |
|           |                  |              |       |         |          | 10ctD <sub>2</sub> gv     | Водоносная живетская зона экзогенной трещиноватости карбонатно-терригенных пород. Песчаники известковистые с прослоями алевролитов и известняков.   |
|           |                  |              |       |         |          | 10ID <sub>1</sub> -e-ef   | Водоносная зиско-эйфельская зона экзогенной трещиноватости терригенных пород. Песчаники, алевролиты, гравелиты.   |
|           |                  |              |       |         |          | 10vD <sub>1</sub> e       | Водоносная зиско-эйфельская зона экзогенной трещиноватости терригенно-вулканогенных пород. Шалочные базальты и андезиты, трапты, и туфы, туфопесчанники, туфоконгломераты.  |
|           |                  |              |       |         |          | 10vD <sub>1</sub> e       | Водоносная средне-позднекаембрийская зона экзогенной трещиноватости интрузивных пород. Габбро, габбродиориты, роговообманковые, кварцевые диориты. Плагиограниты.   |
|           |                  |              |       |         |          | 10vD <sub>1</sub> e       | Водоносная томмо-ско-амгинская зона экзогенной трещиноватости и закарстованности карбонатных пород. Известняки органогенные иногда пластинистые марганцевистые с прослоями мергелей, реже известковистых алевролитов и песчаников.  |
|           |                  |              |       |         |          | 10ct C <sub>12</sub> -f-m |   |

Подразделения, распространенные линейно

Выходящие на поверхность

Разлом достоверный, водовыводящий (по которому происходит разгрузка подземных вод)

Гидрогеологически не изученный

Перекрываемые покровными отложениями

Разлом достоверный

Граница гидрогеологических структур 3-го порядка

Структура 1 порядка:

gXI Алтае-Саянская сложная гидрогеологическая складчатая область

Структура 2 порядка:

eXI-B Саяно-Тувинская гидрогеологическая складчатая область

Структура 3 порядка:

dXI-B1 Саяно-Алтайский ГМ

cXI-B7 Чулымский МАБ

Водоупорности, данные по которым использованы при гидрогеологическом доизучении

Печищенской лицензионной площади

2-10ID<sub>1</sub>-f-m Группа водоносных скважин. Вверху - номер и гидрогеологический индекс; слева в числителе - суммарный дебит, л/с, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>; справа - количество водоносных скважин в группе, в скобках - индекс типа воды по ее использованию (п-питевой).

В1-10ID<sub>1</sub>-f-m Отдельная водоносная скважина. Вверху - номер и гидрогеологический индекс; слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>; справа - количество водоносных скважин в группе, в скобках - индекс типа воды по ее использованию.

12л-10vD<sub>1</sub>-e-ef Скважина гидрогеологическая. Вверху номер скважины и гидрогеологический индекс; слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - понижение, м; справа в числителе - установившийся уровень, м, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.

Р-25л-10vD<sub>1</sub>-e-ef Родник нисходящий. Вверху - номер по каталогу и гидрогеологический индекс; слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>; справа - количество родников в группе.

С-4Г-10ID<sub>1</sub>-e-ef Скважина гидрогеологическая. Вверху номер скважины и гидрогеологический индекс; слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - понижение, м; справа в числителе - установившийся уровень, м, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.

Р-7-10vD<sub>1</sub>-e Родник нисходящий. Вверху - номер по каталогу и гидрогеологический индекс; слева в числителе - дебит, л/с, в знаменателе - минерализация, г/дм<sup>3</sup>.

29м Скважина геологическая и её номер (Марков В.Н., 1983 г.)

Химический состав воды

Гидрокарбонатный

Сульфатный

Сульфатно-гидрокарбонатный

Гидрокарбонатно-сульфатный

Дешифрирование

Родники

Водопад

Древние могильники

Водозаборные скважины бывшей военной части

Крепость Саялик

Святые источники

Прочие

ГПЗ 0.212 Гидрологический пост

ГС-2 Гидроствор

Улучшенная грунтовая

Грунтовая

Полевая и лесная

Тропы

Реки

Озера

Болота

Наледи

Контур лицензионной площади

|               |  |                   |
|---------------|--|-------------------|
| МО И Н РФ     | НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ                           | 2021г.            |
| ИИПР          | Направление подготовки 20.04.02 – Природообустройство и водопользование                      | гр. 2ВМ92         |
| ТЕМА          | Выводная квалификационная работа   |                   |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА | Гидрогеохимические условия Печищенского рудного узла на поисковой стадии (Красноярский край) | Масштаб 1:100 000 |
| СТУДЕНТ       | Шеходанов В.О.   |                   |
| РУКОВОДИТЕЛЬ  | Дутова Е.М.  |                   |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ | Гусева Н.В.  |                   |
| КОНСУЛЬТАНТ   | Алфимова У.А.  |                   |



|                                      |          |          |          |          |          |          |           |          |                  |          |             |                           |            |                      |          |                      |                      |                        |                   |                        |          |          |          |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------------|----------|-------------|---------------------------|------------|----------------------|----------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| Пункт наблюдения                     | скв. 2ГГ | родник 5 | родник 7 | скв. 36Г | родник 8 | родник 9 | родник 11 | скв. 35Г | р. В.Печи-<br>ще | Родник 1 | В/з скв №22 | оз. Сорой-<br>ский<br>уч. | оз. Тазоль | скв. ГГ-1 22.09.2019 | родник 6 | р. В.Печи-<br>ще ГС3 | р. В.Печи-<br>ще ГС2 | руч. Смороди-<br>новый | р. В. Печи-<br>ще | р. В.Печище<br>у моста | Родник 1 | Родник 2 | Родник 3 |
| Год отбора                           | 2020     | 2020     | 2020     | 2020     | 2020     | 2020     | 2020      | 2020     | 2019             | 2019     | 2019        | 2019                      | 2019       | 2019                 | 2019     | 2019                 | 2019                 | 2019                   | 2019              | 2018                   | 2018     | 2018     | 2018     |
| Водородный показатель, ед. рН        | 7,6      | 7,5      | 7,6      | 7,6      | 7,9      | 8        | 7,9       | 7,4      | 7,6              | 7,6      | 7,4         | 7,8                       | 7,9        | 7,6                  | 7,3      | 7,4                  | 7,3                  | 7,5                    | 7,5               | 7,8                    | 7,8      | 7,8      | 7,8      |
| Сухой остаток, мг/дм3                | 296      | 415      | 271      | 366      | 206      | 218      | 513       | 1160     | 245              | 407      | 418         | 449                       | 276        | 359                  | 410      | 241                  | 233                  | 145                    | 197               | 211                    | 401      | 289      | 381      |
| Удельная электропроводность, мСм/см  | 0,53     | 0,69     | 0,45     | 0,61     | 0,35     | 0,37     | 0,86      | 1,78     | 0,41             | 0,65     | 0,72        | 0,76                      | 0,46       | 0,6                  | 0,67     | 0,45                 | 0,42                 | 0,29                   | 0,37              | 0,33                   | 0,57     | 0,47     | 0,58     |
| Сульфат-ионы, мг/дм3                 | 21,4     | 93,7     | 30       | 56       | <10      | <10      | 120       | 615      | 34,4             | 63       | 100         | <10                       | 82         | 68                   | 120      | 25,9                 | 21,7                 | <10                    | 15,5              | 12,8                   | 25       | 29,2     | 59,2     |
| Нитрат-ион, мг/дм3                   | 4,19     | 4,28     | 1,03     | 2,32     | 1,36     | 2,24     | 3,06      | 1,09     | 0,49             | 7,86     | 6,54        | 0,38                      | 0,17       | 2,16                 | 2,6      | 0,78                 | 0,43                 | 0,42                   | 0,62              | <0,1                   | 6,1      | 1,8      | 1,9      |
| Нитрит-ион, мг/дм³                   | 0,06     | <0,02    | <0,02    | <0,02    | 0,05     | 0,04     | 0,06      | 0,06     | 0,04             | 0,05     | 0,05        | 0,03                      | 0,02       | 0,02                 | 0,02     | 0,02                 | 0,02                 | 0,02                   | 0,02              | 0,02                   | 0,02     | <0,02    | <0,02    |
| Аммоний-ионы, мг/дм³                 | 0,15     | <0,05    | <0,05    | 0,13     | 0,22     | 0,06     | 0,21      | 0,24     | 0,24             | 0,08     | 0,08        | 0,36                      | 0,18       | <0,05                | <0,05    | 0,07                 | 0,1                  | 0,07                   | <0,05             | <0,05                  | <0,05    | 0,13     | 0,25     |
| Жесткость, 0Ж                        | 5,3      | 5,6      | 4,6      | 5,25     | 3        | 3,4      | 7,8       | 17,3     | 4                | 5,88     | 5,8         | 4,45                      | 4          | 6                    | 7,13     | 4,3                  | 4,1                  | 2,55                   | 3,4               | 3,5                    | 5,75     | 4,8      | 5,8      |
| Кальций, мг/дм³                      | 68,9     | 64,1     | 54,5     | 68,1     | 36,9     | 46,1     | 72,1      | 305      | 43,3             | 64,1     | 56,1        | 46                        | 48         | 68,5                 | 70,1     | 45                   | 43,3                 | 32,1                   | 40,9              | 47,7                   | 72       | 56,1     | 83,4     |
| Окисляемость перманганатная, мгО/дм3 | 5,12     | 1,52     | 2,96     | 3,76     | 5,04     | 0,64     | 4,4       | 3,76     | 5,12             | 3,9      | 0,48        | 18,6                      | 7,04       | 1,44                 | 0,96     | 3,52                 | 4,08                 | 1,44                   | 2,08              | 4                      | 6        | 0,8      | 5,44     |
| Кремний, мг/дм³                      | 6,1      | 7        | 6,4      | 6,6      | 8,1      | 7,3      | 7,5       | 5,9      | 7,6              | 7,4      | 7           | 1,3                       | 4,61       | 4,43                 | 1,1      | 5,3                  | 5,6                  | 4,6                    | 5,1               | 4,2                    | 6,3      | 6,3      | 7,3      |
| Свободная щелочность, мг-экв/дм3     | 0,18     | 0,26     | 0,34     | 0,26     | 0,4      | 0,5      | 0,6       | 0,8      | 0,26             | 0,3      | 0,48        | 0,8                       | 0,2        | 0,2                  | 0,24     | 0,08                 | 0,04                 | <0,005                 | 0,04              | 0,4                    | 0,3      | 0,3      | 0,3      |
| Общая щелочность, мг-экв/дм3         | 4,8      | 3,9      | 3,8      | 4,5      | 3        | 3        | 6,1       | 4,6      | 3,7              | 5,5      | 4,6         | 7,7                       | 2,7        | 4,8                  | 4,6      | 4,2                  | 4                    | 2,8                    | 3,5               | 3,2                    | 5,1      | 4,2      | 5,2      |
| Железо, мг/дм3                       | 0,27     | 0,076    | <0,050   | 0,32     | 0,12     | <0,050   | 0,38      | 0,14     | 0,12             | 0,1      | <0,050      | 0,46                      | <0,050     | <0,050               | <0,050   | 0,054                | 0,06                 | 0,053                  | <0,050            | 0,065                  | <0,050   | 0,68     | 0,68     |
| Алюминий, мг/дм3                     | -        | -        | -        | 0,41     | 0,098    | 0,022    | 0,46      | 0,071    | 0,069            | <0,020   | 0,026       | <0,020                    | <0,020     | 0,046                | <0,020   | 0,38                 | 0,32                 | 0,23                   | 0,42              | 0,049                  | <0,020   |          |          |
| Марганец, мг/дм3                     | 0,01     | 0,0033   | 0,0026   | 0,022    | 0,0044   | <0,0020  | 0,021     | 0,03     | 0,0081           | <0,0020  | 0,0025      | 0,017                     | 0,006      | <0,0020              | <0,002   | 0,0069               | 0,011                | 0,0042                 | 0,0087            | 0,0035                 | <0,002   | 0,045    | 0,045    |
| Цинк, мг/дм3                         | <0,005   | 0,0063   | <0,005   | 0,092    | 0,0062   | 0,0063   | 0,0066    | 0,014    | 1,22             | 0,25     | 0,77        | 0,0071                    | 0,01       | 0,013                | <0,005   | 0,071                | 0,12                 | <0,0050                | 0,048             | 0,01                   | 0,0061   |          |          |
| Медь, мг/дм3                         | 0,0065   | 0,004    | 0,0025   | 0,0097   | <0,001   | 0,002    | 0,0015    | <0,001   | <0,0010          | 0,007    | 0,0047      | <0,001                    | <0,001     | 0,0017               | 0,033    | 0,0017               | 0,0028               | 0,0012                 | 0,0013            | 0,0029                 | 0,0156   |          |          |
| Медь, мкг/дм3                        | 6,5      | 4        | 2,5      | 9,7      | <1,0     | 2        | 1,5       | <1,0     | <1,0             | 7        | 4,7         | <1,0                      | <1,0       | 1,7                  | 33       | 1,7                  | 2,8                  | 1,2                    | 1,3               | 2,9                    | 15,6     |          |          |
| Стронций, мг/дм3                     | -        | -        | -        | 14       | 0,65     | 0,9      | 2,31      | 20       | 2,29             | 19       | 3,52        | 0,26                      | 5,15       | 5,82                 | 2,08     | 0,98                 | 0,89                 | 0,47                   | 0,69              | 2,44                   | 18,1     |          |          |
| Свинец, мг/дм3                       | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0025   | <0,002   | <0,002   | 0,0022    | <0,002   | <0,0020          | <0,002   | <0,002      | <0,002                    | 0,0048     | <0,0020              | 0,003    | 0,0087               | <0,0020              | 0,0035                 | <0,002            | <0,0020                | <0,002   |          |          |
| Молибден, мг/дм3                     | <0,001   | <0,001   | <0,001   | 0,016    | <0,001   | 0,0013   | 0,0064    | 0,018    | <0,0010          | 0,034    | 0,0033      | <0,001                    | 0,0024     | 0,0073               | <0,001   | 0,0026               | <0,0010              | <0,0010                | <0,001            | <0,0010                | 0,029    |          |          |
| Молибден, мкг/дм3                    | <1,0     | <1,0     | <1,0     | 16       | <1,0     | 1,3      | 6,4       | 18       | <1,0             | 34       | 3,3         | <1,0                      | 2,4        | 7,3                  | <1,0     | 2,6                  | <1,0                 | <1,0                   | <1,0              | <1,0                   | 29       |          |          |
| Нефтепродукты, мг/дм3                | <0,005   | 0,016    | 0,006    | <0,005   | 0,0096   | <0,005   | <0,005    | 0,0066   | <0,005           | <0,005   | <0,005      | 0,0098                    | 0,0072     | 0,0056               | <0,005   | <0,005               | <0,005               | <0,005                 | <0,005            | <0,005                 | <0,005   | <0,005   | <0,005   |
| Цветность, градус                    | 37,8     | 2,9      | 6,2      | 24       | 19,3     | 3,9      | 10,9      | 17,9     | 34,8             | 15,6     | 2,1         | 75                        | 23,8       | 8                    | 3,1      | 26,7                 | 33,6                 | 12,2                   | 9,3               | 48,8                   | 23,5     | 8        | 23,9     |
| Фторид-ионы, мг/дм3                  | 0,28     | 0,68     | 0,35     | 0,46     | 0,28     | 0,37     | 0,41      | 0,65     | 0,34             | 0,69     | 0,37        | 0,15                      | 0,67       | 0,6                  | 0,53     | 0,67                 | 0,62                 | 0,37                   | 0,49              |                        |          | 0,55     | 0,48     |

|                                   |   |                |           |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------|
| МО И Н<br>РФ                      | НАЦИОНАЛЬНЫЙ<br>ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ<br>ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ                        |                | 2021г.    |
| ИШПР                              | Направление подготовки 20.04.02 –<br>Природообустройство и водопользование                      |                | гр. 2ВМ92 |
| Выпускная квалификационная работа |   |                |           |
| ТЕМА                              | Гидрогеохимические условия Печищенского рудного<br>узла на поисковой стадии (Красноярский край) |                |           |
| СОДЕРЖ.<br>ЛИСТА                  | Результаты химических анализов проб<br>воды   |                | Масштаб   |
| СТУДЕНТ                           |   | Шеходанов В.О. | 2         |
| РУКОВОДИТЕЛЬ                      |   | Дутова Е.М.    |           |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ                     |   | Гусева Н.В.    |           |
| КОНСУЛЬТАНТ                       |   | Дутова Е.М.    |           |

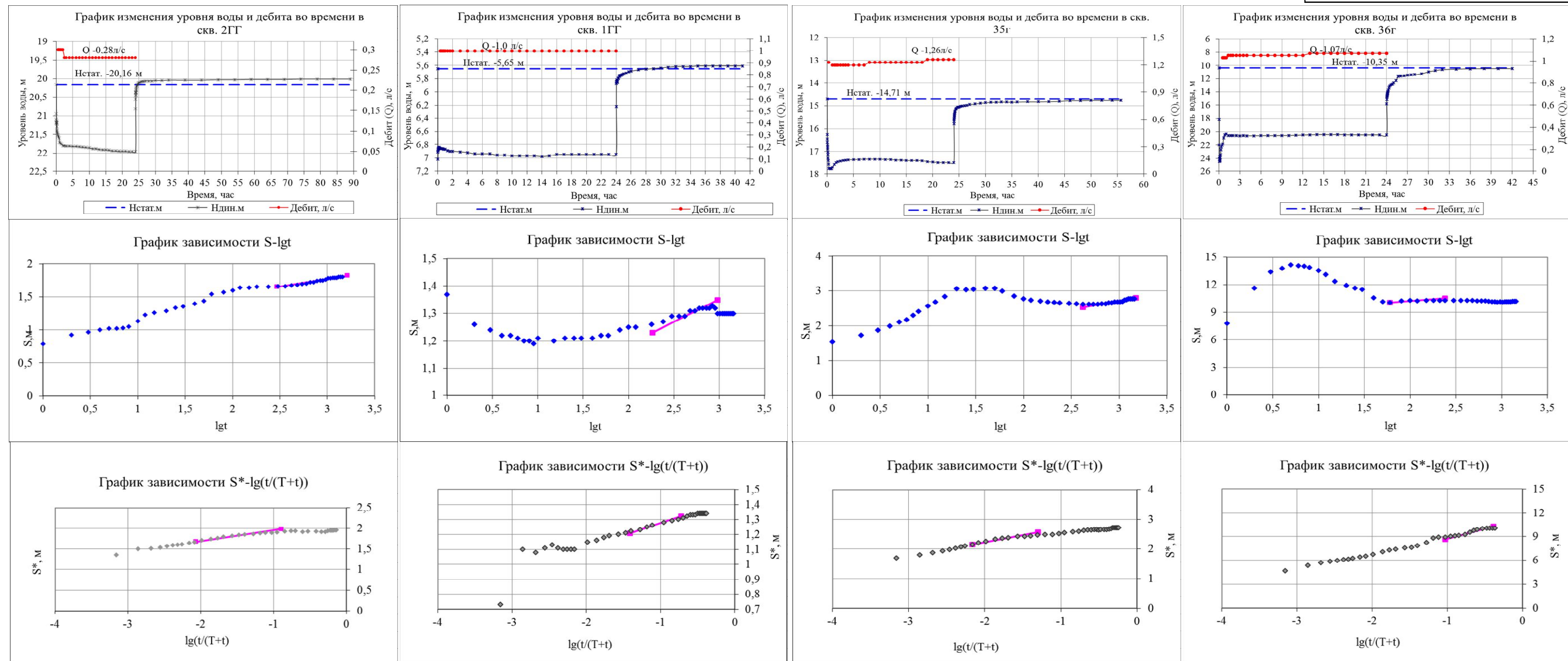


Рисунок 1 - Графики изменения дебита, уровня и временного прослеживания при откачке из скважины №2ГГ

Рисунок 2 - Графики изменения дебита, уровня и временного прослеживания при откачке из скважины №1ГГ

Рисунок 3 - Графики изменения дебита, уровня и временного прослеживания при откачке из скважины №35Г

Рисунок 4 - Графики изменения дебита, уровня и временного прослеживания при откачке из скважины №36Г

| № скважины | Дата откачки | Статический уровень, м | Динамический уровень, м | Понижение, м | Дебит, л/с | Удельный дебит, л/с*м | Расчетные значения коэффициента водопроницаемости $K_m$ , м <sup>2</sup> /сут |              |                   |
|------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|------------|-----------------------|---|--------------|-------------------|
|            |              |                        |                         |              |            |                       | по формуле $K_m = A \cdot q$  | по понижению | по восстановлению |
| ГГ-1       | 10/7/2019    | 5.65                   | 6.95                    | 1.3          | 1          | 0.8                   | 76.9  | 94.5         | 96.4              |
| ГГ-2       | 8/1/2020     | 20.16                  | 21.96                   | 1.8          | 0.28       | 0.2                   | 15.6  | 19.3         | 16.8              |
| ГГ-35Г     | 7/31/2020    | 14.71                  | 17.49                   | 2.78         | 1.26       | 0.5                   | 45.3  | 39.5         | 41.8              |
| ГГ-36Г     | 8/7/2020     | 10.35                  | 20.51                   | 10.16        | 1.07       | 0.11                  | 10.5  | 19.9         | 6.5               |

|                                   |   |                |           |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------|
| МО И Н<br>РФ                      | НАЦИОНАЛЬНЫЙ<br>ИССЕЛДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ<br>ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ                        |                | 2021г.    |
| ИШПР                              | Направление подготовки 20.04.02 –<br>Природообустройство и водопользование                      |                | гр. 2ВМ92 |
| Выпускная квалификационная работа |   |                |           |
| ТЕМА                              | Гидрогеохимические условия Печищенского рудного<br>узла на поисковой стадии (Красноярский край) |                |           |
| СОДЕРЖ.<br>ЛИСТА                  | Результаты опытно-фильтрационных<br>работ   |                | Масштаб   |
| СТУДЕНТ                           |   | Шеходанов В.О. | 3         |
| РУКОВОДИТЕЛЬ                      |   | Дутова Е.М.    |           |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ                     |   | Гусева Н.В.    |           |
| КОНСУЛЬТАНТ                       |   | Дутова Е.М.    |           |